



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Puunjalostustekniikan osasto

Mikko Heikkilä

PAINOTUOTTEEN KÄYTTÖKOKEMUKSEN MITTAAMINEN

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin
tutkintoa varten Espoossa 12.10.2005.

Valvoja

Professori Pirkko Oittinen

Ohjaaja

Diplomi-insinööri Leena Salo

Tekijä, työn nimi	
Mikko Heikkilä	
Painotuotteen käyttökokemuksen mittaaminen	
Päivämäärä: 12.10.2005	Sivumäärä: 76 + 15
Osasto	Professuuri
Puunjalostustekniikan osasto	AS-75 Graafinen tekniikka
Työn valvoja	Työn ohjaaja
Professori Pirkko Oittinen	DI Leena Salo

Käyttökokemuksen tutkiminen on perinteisesti perustunut käyttäjän omaan raportointiin esimerkiksi haastattelujen avulla. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää, pystytäänkö painotuotteen käyttökokemusta mittaamaan myös psykofysiologisilla mittausmenetelmillä. Työssä tutkittiin erilaisten painotuotteen rakenneparametrien vaikutusta käyttökokemukseen käyttäen sekä psykofysiologisia että subjektiivisia mittausmenetelmiä. Tutkimuksen kohteena oli painotuotteen lukemisen kuormittavuus sekä lukemisen aikaan saama muutos lukijan tunnetilassa.

Psykofysiologisista mittausmenetelmistä emotiovasteiden mittaamiseen käytettiin elektromyografiaa ja ihon sähkönjohtavuutta. Kuormittavuutta mitattiin sykevaihtelun ja silmien räpytystiheyden avulla. Testeissä koehenkilöt lukivat erilaisia sanoma- ja aikakauslehtinäytteitä, jotka erosivat toisistaan värillisyyden, kuva-teksti-määräsuhteen ja palstanleveyden osalta.

Psykofysiologisten mittausten perusteella oli havaittavissa, että värillisuus ja kuvien käyttö tekstin lisänä lisäävät lukemisen miellyttävyyttä ja vähentävät kuormittavuutta. Palstanleveys vaikutti etenkin lukemisen kuormittavuuteen siten, että yksipalstaisen lehden lukeminen oli kaksi- ja kolmepalstaista lehteä kuormittavampaa. Erot painotuotteenäytteiden välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Subjektiivisten mittausten perusteella saatiin vastaavanlaisia tuloksia erojen ollessa myös tilastollisesti merkitseviä. Tämän lisäksi subjektiivisten mittausten perusteella havaittiin värillisyyden ja kuvien käytön vaikutus virittävyys.

Psykofysiologiset ja subjektiiviset mittaukset antoivat pääasiassa samansuuntaisia tuloksia, mikä antaa todisteita sille, että psykofysiologiset mittaukset soveltuvat kyseisen kaltaiseen tutkimukseen. Tutkimusta varten luotu mittausympäristö mahdollistaa psykofysiologisiin mittauksiin perustuvan tutkimuksen tekemisen myös jatkossa.

Avainsanat: käyttökokemus, emotionit, kuormittavuus, psykofysiologia, elektromyografia, ihon sähkönjohtavuus, sykevaihtelu, silmien räpytystiheys

Author, Name of the Thesis	
Mikko Heikkilä	
Measurement of the user experience of printed products	
Date: 12.10.2005	Number of pages: 76 + 15
Department	Professorship
Department of Forest Products Technology	AS-75 Graphic Arts Technology
Supervisor	Instructor
Pirkko Oittinen, Professor	Leena Salo, M.Sc.
<p>Research of user experience has traditionally been based on the user's own reporting for example by interviewing. The purpose of this thesis was to determine whether the user experience of a printed product can be measured using psychophysiological methods. The effect of different printed product's structure parameters on user experience was studied using both psychophysiological and subjective measures. The focus was on the mental workload and the change in reader's emotional state caused by the reading of a printed product.</p> <p>Emotional responses were measured by electromyography and skin conductivity. Mental workload was measured by heart rate variability and eye blink rate. In the experimental part the test persons read different magazine and newspaper samples which differed by colourfulness, image-text-ratio and column width.</p> <p>Based on the psychophysiological measures it could be seen that colourfulness and the use of images improved the pleasantness and reduced the workload of reading. Column width had an effect especially on the workload of reading so that a magazine with one column caused more workload than magazines with two or three columns. However, the differences between the samples were not statistically significant. The results achieved by subjective measures corresponded to the results achieved by psychophysiological measures. The differences between the samples were also statistically significant. Based on the subjective measures the effect of colourfulness and the use of images on arousal could also be seen.</p> <p>Psychophysiological and subjective measures gave mainly similar kind of results which gives proof that psychophysiological measures are suitable for this kind of research. The measuring environment that was created for this thesis makes further study based on psychophysiological measures possible.</p> <p>Key words: user experience, emotions, workload, psychophysiology, electromyography, skin conductivity, heart rate variability, eye blink rate</p>	

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Teknillisen korkeakoulun Viestintätekniikan laboratoriossa osana hanketta, jonka tarkoituksena on median käytön tutkimuslaboratorion pystyttäminen. Työn tekeminen aloitettiin helmikuussa 2005 ja se saatiin päätökseen lokakuussa 2005.

Haluan kiittää professori Pirkko Oittista mielenkiintoisen diplomityöpaikan tarjoamisesta. Työni ohjaaja, Leena Salo, ansaitsee kiitokset hyvistä neuvoista ja kannustuksesta. Kiitos myös kaikille koehenkilöille, jotka uhrasivat aikaansa kokeisiini, sekä Viestintätekniikan laboratorion henkilökunnalle mukavasta työilmapiiristä.

Kiitos kuuluu ehdottomasti myös vanhemmilleni, jotka ovat tukeneet minua koko opiskeluni ajan. Lopuksi kiitos Annalle sekä Ilmareille kirjoittajan oman vireystilan ylläpitämisestä opiskeluaikana.

Espoossa 12.10.2005



Mikko Heikkilä

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO.....	1
1.1 Taustaa tutkimukselle.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	1
1.3 Tutkimuksen rakenne.....	2
2 PAINOTUOTTEEN KÄYTTÖKOKEMUS.....	3
2.1 Käyttökokemus verrattuna käytettävyyteen.....	3
2.2 Mediakokemus.....	3
2.3 Käyttökokemukseen vaikuttavia painotuotemuuttujia.....	4
2.3.1 Kuvien käyttö.....	4
2.3.2 Värillisyy.....	6
2.3.3 Palstojen määrä.....	6
2.3.4 Muita käyttökokemukseen vaikuttavia painotuotemuuttujia.....	7
3 EMOOTIOT JA PSYKKINEN KUORMITTAVUUS.....	8
3.1 Emootiot.....	8
3.1.1 Emootioiden luokittelu.....	8
3.1.2 Valenssi ja virittävyys.....	9
3.1.3 Emootiot ja media.....	10
3.2 Psykkinen kuormittavuus.....	11
4 PSYKOFYSIOLOGISET JA SUBJEKTIIVISET MITTAUSMENETELMÄT.....	13
4.1 Psykofysiologian käsite.....	13
4.2 Psykofysiologiset mittaukset.....	14
4.2.1 EMG.....	15
4.2.2 Ihon sähkönjohtavuus.....	16
4.2.3 Syke ja sykevaihtelu.....	16
4.2.4 Silmien räpytystiheys.....	19
4.3 Subjektiiiviset mittaukset.....	20
4.3.1 Subjektiiivisia kuormittavuuden mittausmenetelmiä.....	20
4.3.2 Subjektiiivisia emootiovasteiden mittausmenetelmiä.....	21
4.3.3 Ranking-verailu.....	23
4.4 Psykofysiologia mediatutkimuksessa.....	23
4.4.1 Yleistä.....	23
4.4.2 Tutkimuksia emootiovasteiden mittaamisesta psykofysiologisilla menetelmillä.....	24
4.4.3 Tutkimuksia kuormittavuuden mittaamisesta psykofysiologisilla menetelmillä.....	26
5 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	28
5.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	28
5.2 Kokeiden suorittaminen.....	29
5.2.1 Painotuotemuuttujien valinta.....	29
5.2.2 Materiaalien valinta ja testimateriaalin valmistus.....	29
5.2.3 Tutkimusmenetelmien valinta.....	31
5.2.4 Mittalaitteet.....	32
5.2.5 Koehenkilöt ja koetila.....	34
5.2.6 Kokeiden kulku.....	35
5.3 Tulosten analysointi.....	37
6 MITTAUSTULOKSET.....	39
6.1 Yleistä tuloksista.....	39
6.2 Värillisyy.....	40

6.2.1 EMG	40
6.2.2 Ihon sähkönjohtavuus.....	41
6.2.3 Sykevaihtelu ja räpytystiheys	42
6.2.4 Subjektiiviset mittaukset	43
6.3 Kuvien käyttö	46
6.3.1 EMG	46
6.3.2 Ihon sähkönjohtavuus.....	47
6.3.3 Sykevaihtelu ja räpytystiheys	48
6.3.4 Subjektiiviset mittaukset	49
6.4 Palstanleveys	52
6.4.1 EMG	52
6.4.2 Ihon sähkönjohtavuus.....	53
6.4.3 Sykevaihtelu ja räpytystiheys	53
6.4.4 Subjektiiviset mittaukset	54
6.5 Psykofysiologisten mittausten ja subjektiivisten mittausten välinen korrelaatio	57
7 TULOSTEN LUOTETTAVUUS.....	61
7.1 Koejärjestelyt ja testimateriaali	61
7.2 Psykofysiologiset mittaukset	61
7.3 Subjektiiviset mittaukset	62
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	64
8.1 Painotuotemuuttujien vaikutus käyttökokemukseen	64
8.1.1 Värillisyyss.....	64
8.1.2 Kuva-teksti-määräsuhde	64
8.1.3 Palstanleveys	65
8.2 Mittausten soveltuvuus painotuotteen käyttökokemuksen mittaamiseen.....	65
8.3 Tulevaisuuden näkymiä.....	67
9 YHTEENVETO	68
LÄHDELUETTELO	70

LIITTEET

LIITE 1: Kokeellisessa osassa käytetyt testimateriaalit

LIITE 2: Erityyppisten artikkeleiden sisällön sijoittuminen valenssi-virittävyys-koordinaatistoon

LIITE 3: Esimerkki kokeellisessa osassa käytetystä kysymyslomakkeesta

LIITE 4: Koehenkilöiden vastaukset avoimiin kysymyksiin

LIITE 5: Psykofysiologisten mittausten tulokset ja keskihajonnat

LIITE 6: Subjektiivisten mittausten tulokset ja keskihajonnat

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa tutkimukselle

Mediaviestinnän seuraaminen kuuluu oleellisena osana ihmisten jokapäiväiseen elämään. Median jakelu on siirtynyt yhä enemmän digitaaliseen muotoon, mutta se ei ole kuitenkaan syrjäyttänyt perinteistä painettua mediaa tieltään. Painettujen sanomalehtien ja aikakauslehtien lukeminen on edelleen säilyttänyt asemansa ihmisten päivärutiinissa. Esimerkiksi TNS Gallup Oy:n tekemän tutkimuksen /66/ mukaan 12-69-vuotiaat suomalaiset käyttivät aikaa vuonna 2004 noin kaksi tuntia vuorokaudessa painetun median parissa. Yhtenä syynä painetun median säilyneeseen asemaan on se, että ihmiset ovat tottuneet painettujen lehtien lukemiseen, jolloin ne ovat tuttu ja turvallinen vaihtoehto. Edellä mainitussa tutkimuksessa tämä oli havaittavissa etenkin iäkkäämpien ihmisten kohdalla, sillä ajankäyttö painettujen sanoma- ja aikakauslehtien parissa lisääntyi iän myötä.

Kun lukijakunta ja mediatarjonta muuttuvat, on lehtienkin kyettävä uudistumaan. Kasvattaakseen levikkiään lehden on keskityttävä uskollisia lukijoita miellyttäviin asioihin sekä pystyttävä tavoittamaan uusia lukijoita. Lehden sisällön monipuolistuminen tuskin saa uskollisia lukijoita hylkäämään lehteä, mutta täysin uusilla sisältövalinnoilla voidaan tavoittaa uusia lukijoita. Rohkeat muutokset lehden ulkoasussa (sisällön ohella) mahdollistavat myös uusien lukijoiden tavoittamisen. Uusia lukijoita saadakseen lehden on tiedettävä, mitkä asiat ovat merkityksellisiä lukijoille ja tuotava ne lehden sivuille. Lehden on kyettävä synnyttämään erilaisissa ihmisissä kokemuksia ja elämyksiä, jotka sitovat heidät lehteen.

Painotuotteet kehittyvät jatkuvasti sekä sisältönsä että ulkoasunsa osalta, joista molemmat vaikuttavat painotuotteen fyysisen koon ohella käyttäjän käyttökokemukseen. Käyttökokemus voidaan ymmärtää muutoksena, jonka painotuotteen lukeminen saa käyttäjässä aikaan (esim. muutos tunnetilassa). Varsinkin sanoma- ja aikakauslehdet ovat kehittäneet sisällön ohella myös ulkoasujaan, millä pyritään levikin kasvattamiseen. Muutosten vaikutus käyttäjien reaktioihin, ja sitä kautta lehtien levikkiin, on kuitenkin hankala ennustaa etukäteen. Mikäli lukijoiden reaktiot tiettyyn muutokseen painotuotteessa pystyttäisiin mittaamaan laboratorio-oloissa, voitaisiin markkinoiden suhtautuminen uuteen painotuotekonseptiin ennustaa etukäteen.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on painotuotteille soveltuvan, psykofysiologisiin mittauksiin perustuvan käyttökokemuslaboratorion kehittäminen. Laboratoriota on tarkoitus käyttää mediatuotteen rakenneparametrien ja median käyttökokemuksen välisten riippuvuuksien tutkimukseen.

Käyttökokemuksen tutkiminen on perinteisesti perustunut käyttäjän omaan raportointiin esimerkiksi haastatteluiden avulla. Painotuotteen katsominen ja lukeminen saa kuitenkin aikaan reaktioita myös ihmisen kehossa. Näitä reaktioita (esim. muutoksia sykkeessä, ihon sähkönjohtavuudessa ja kasvolihasten liikkeissä) on mahdollista tutkia yhtäjaksoisesti painotuotteen lukemisen kanssa, käyttäen psykofysiologisia mittauksia, joita on sovellettu useiden muiden medioiden (esim. kuvien, videoiden ja ääniärsykkeiden) käyttökokemuksen mittaamiseen. Vastaavanlaista tutkimusta painotuotteelle ei kuitenkaan ole vielä tehty. Työssä pyritään selvittämään, soveltuvatko psykofysiologiset mittaukset myös painotuotteen käyttökokemuksen mittaamiseen.

Työn tarkoituksena on selvittää painotuotteiden rakenneparametrien vaikutusta käyttäjän käyttökokemukseen sekä objektiivisilla että subjektiivisilla mittaamenetelmillä. Tutkimus rajataan käsittelemään painotuotteen lukemisen kuormittavuutta sekä painotuotteen lukemisen aikaan saamaa muutosta käyttäjän tunnetilassa (emootiovaste). Objektiiviset mittaukset keskittyvät tutkimaan psykofysiologisia kehon signaaleja, jotka indikoivat muutosta emootioissa ja kuormittavuudessa. Psykofysiologisten mittausten tueksi suoritetaan myös subjektiivisia mittauksia. Tutkimuksessa mitataan painotuotteen lukemisen aikaan saamaa keskimääräistä muutosta emootioissa ja kuormittavuudessa. Tutkimuksessa ei siis pyritä erottamaan ajallisesti niitä hetkiä, jotka painotuotteen lukemisen aikana eniten vaikuttavat psykofysiologisten signaalien muutoksiin.

1.3 Tutkimuksen rakenne

Työ koostuu kirjallisuusosasta ja kokeellisesta osasta. Kirjallisuusosassa kartoitetaan, mitkä painotuotteen osatekijät vaikuttavat käyttäjän käyttökokemukseen. Tämän lisäksi kirjallisuusosassa tarkastellaan emootioita ja psyykkistä kuormittavuutta sekä niiden mittaamiseen soveltuvia psykofysiologisia ja subjektiivisia mittaamenetelmiä. Kokeellisessa osassa tutkitaan käyttäjätestien avulla kolmen painotuotemuuttujan (värillisuus, kuva-tekstimääräsuhde ja palstanleveys) vaikutusta käyttäjän käyttökokemukseen. Käyttäjätesteissä mitataan koehenkilöiden kehon reaktioita psykofysiologisilla mittaamenetelmillä heidän lukiessaan erilaisia painotuotenäytteitä. Käyttäjätesteihin sisältyy myös subjektiivisia mittauksia, joissa koehenkilöt arvioivat itse painotuotteen lukemisen kuormittavuutta sekä lukemisen aiheuttamaa muutosta tunnetiloissaan.

2 PAINOTUOTTEEN KÄYTTÖKOKEMUS

2.1 Käyttökokemus verrattuna käytettävyyteen

Käytettävyys on helppokäyttöisyyden, tehokkuuden ja miellyttävyyden summa, joka kertoo kuinka helposti käyttäjä pystyy tuotteella tekemään vaivattomasti asioita, joita varten tuote on hankittu /47/. Perinteisesti käytettävyydeltään hyvän tuotteen suunnittelussa on keskitytty objektiivisiin tekijöihin, kuten virheiden minimointiin. Tuotteen suunnittelussa on kuitenkin mentävä syvemmälle käsittelemään tuotteen käyttäjän kokonaisvaltaista käyttökokemusta. Suunnittelijan tehtävänä on tuottaa käyttäjälle miellyttävä kokemus, eikä keskittyä pelkästään tuotteen sujuvaan toimivuuteen /27/. Käyttökokemus on käsitteenä vaikea määritellä, sillä se ulottuu koskemaan lähes kaikkea, mitä käyttäjän ja tuotteen välillä tapahtuu /29/. Sinkkonen /63/ määrittelee käyttökokemuksen kaikkien tuotteen käyttöön liittyvien tunneaspektien kokonaisuudeksi.

Tuotteen suunnittelussa on pyrittävä luomaan sellainen tuote, joka on hyväksyttävä ja nautinnollinen käyttää mahdollisimman monelle ihmiselle. Yhä useammat ihmiset haluavat tuotteelta kokemuksia ja elämyksiä pelkän toimivuuden sijaan. Näin ollen tuotteen suunnittelussa on yhä enemmän otettava huomioon käyttäjien emootiot ja kokemukset. Tuote on suunniteltava niin, että se saa käyttäjässä aikaan positiivisia tunteita ja miellyttävän käyttökokemuksen. Tuotetta, joka olisi miellyttävä mahdollisimman monelle ihmiselle, on kuitenkin vaikea suunnitella, sillä eri ihmiset kokevat tuotteen käytön eri tavalla. /27/

Tuotteen ulkoasu on tärkeä tekijä käyttökokemuksen kannalta. Ulkoasu ei välttämättä vaikuta tuotteen käytettävyyteen, mutta ulkoasulla voidaan vaikuttaa vahvasti tuotteen käytön miellyttävyyteen ja näin saavuttaa positiivinen käyttökokemus. Ulkoasun tarkoituksena on tehdä tuotteesta sellainen uniikki kokemus, että käyttäjä nauttii siitä ja tulee käyttämään sitä uudestaan. Jos tuote on käyttäjän mielestä visuaalisesti houkutteleva, saattaa hän motivoitua käyttämään enemmän aikaa tuotteeseen perehtymiseen ja sen käyttämiseen. /29/

2.2 Mediakokemus

Mediakokemus muodostuu käyttäjän ja median välisessä vuorovaikutuksessa. Perinteisen median (esim. painotuotteet ja televisio) tapauksessa media tuottaa ärsykkeen, johon käyttäjä reagoi. Interaktiivisessa mediassa (esim. internet) vuorovaikutusta tapahtuu myös käyttäjältä median suuntaan. Oleellisimpana osana mediakokemuksen muodostumisessa on itse media, joka esim. sisältönsä ja ulkoasunsa avulla vaikuttaa käyttäjän mediakokemukseen. /24/

Mediakokemukseen vaikuttaa itse median lisäksi myös käyttäjä, käyttötilanne sekä sosiaaliset ja kulttuuriset tekijät. Median käyttäjät eroavat toisistaan mieltymyksiltään, tavoiltaan ja

aikaisemmilta kokemuksiltaan, mikä vaikuttaa siihen, miten he kokevat median käytön. Mediakokemukseen vaikuttaa myös se, mihin aikaan ja missä paikassa mediaa käytetään. Käyttötilanteesta riippuen ihmiset käyttävät mediaa eri tavalla, mikä johtuu erilaisista odotuksista, aikomuksista ja mielialoista /24/. Esimerkiksi jossain tilanteessa mediaa käytetään informaation saamiseksi, mutta toisessa tilanteessa halutaankin viihteellinen vaikutus /37/. Sosiaalisilla ja kulttuurisilla tekijöillä tarkoitetaan sitä, että yhteiskunnan arvot ja normit saattavat vaikuttaa tiedostamatta käyttäjään ja hänen tekemiinsä valintoihin /24/.

Mediakokemus voidaan jakaa median käytön aiheuttamaan asiapitoiseen, emotionaaliseen ja sosiaaliseen vaikutukseen käyttäjässä. Asiapitoisella vaikutuksella tarkoitetaan käyttäjän saamaa uutta informaatiota jostain asiasta. Asiapitoinen vaikutus saavutetaan, jos esim. jokin uutinen ylittää käyttäjän uutiskynnyksen, jolloin hän kiinnostuu asiasta ja saa uutta informaatiota. Asiapitoinen vaikutus on ainutkertaista, mikä tarkoittaa sitä, että samaa vaikutusta ei saavuteta enää myöhemmin samalla uutisella jonkin toisen median toimesta. /60/

Emotionaalisella vaikutuksella tarkoitetaan välitöntä median käytön aiheuttamaa muutosta käyttäjän tunnetilassa. Esimerkiksi viihteessä pyritään useimmiten saamaan aikaan positiivinen emotionaalinen vaikutus. Emotionaalisesti vaikuttavaa materiaalia käytetään usein myös uutisissa, jolloin saadaan yhdistettyä asiapitoinen ja emotionaalinen vaikutus. Kun uutisen lisänä esitetään aiheeseen liittyvää kuva- tai videomateriaalia, saa käyttäjä uutta informaatiota (asiapitoinen vaikutus) ja voi tuntea samalla olevansa itse osana tapahtumaa (emotionaalinen vaikutus). Sosiaalisella vaikutuksella tarkoitetaan muutoksia median käyttäjän ja/tai yhteiskunnan käyttäytymisessä, jonka mediasta saatu informaatio saa aikaan. /60/

Tässä tutkimuksessa mediakokemuksen tutkiminen keskittyy painotuotteisiin. Tutkimuksen kohteena ovat painotuotteen ulkoasuun ja rakenteeseen liittyvät tekijät, joilla on vaikutusta mediakokemukseen. Näitä tekijöitä käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

2.3 Käyttökokemukseen vaikuttavia painotuotemuuttujia

Painotuotteen käyttökokemukseen vaikuttavat lukuisat sekä lehden sisältöön että ulkoasuun liittyvät muuttujat. Tässä luvussa käsitellään tarkemmin tutkimuksen kokeelliseen osaan valitut painotuotemuuttujat, jotka ovat kuvien käyttö, värillisyyys sekä palstojen määrä. Muuttujien valintaa perustellaan tarkemmin luvussa 6.2.1. Luvun loppuksi tuodaan esille myös muita käyttökokemuksen kannalta oleellisia muuttujia.

2.3.1 Kuvien käyttö

Lukijan huomio kiinnittyy ensimmäisenä sivun dominoivaan visuaaliseen elementtiin, joka on yleensä valokuva tai grafiikka, joskus myös vahva otsikko. Kuva kilpailee painotuotteessa

aina muiden sisältöelementtien kanssa, mutta on kuitenkin lähes aina voittaja. Kuvan hallitsevaa asemaa perustellaan sillä, että ihminen reagoi näkemäänsä ensin oikealla aivopuoliskolla, joka suurimmalla osalla ihmisistä on visuaalisia asioita analysoiva. Vasta tämän jälkeen ihminen reagoi näkemäänsä vasemmalla, loogisia asioita, kuten esim. tekstiä, käsittelevällä aivopuoliskollaan. Suuret kuvat kiinnittävät enemmän huomiota kuin pienet kuvat. Vastaavasti huomioarvoltaan värikuvat koetaan mustavalkoisia kuvia kiinnostavammiksi. /14,28/

Kuvilla on suuri merkitys lukukokemuksen kannalta, sillä kuvia ja otsikoita prosessoidaan selvästi enemmän kuin leipätekstiä. Ne kiinnittävät huomiota tekstiä enemmän. Vaikka ne kiinnittävät huomiota, ne eivät välttämättä johda lukijaa perehtymään kuvaan liittyvään leipätekstiin. Tässä ei myöskään ole eroa mustavalko- ja värikuvien välillä. Värit esim. maisemakuvissa lisäävät huomattavasti todellisuuden tuntua kuvissa ja saattavat saada lukijan tuntemaan olevansa itse paikalla. Näin ollen kuvan sisältö vaikuttaa siihen, tulisiko kuvan olla värillinen vai ei. Jos väri tuntuu sopivalta kohteen kohdalla (lisää todellisuuden tuntua) tai se kohentaa tai selittää tekstiä, on se hyvä valinta. /14/

Painotuotteeseen valittavien kuvien tulisi liittyä kiinteästi tekstin sisältöön. Kuva havainnollistaa ja tukee painotuotteen sanomaa ja antaa sille lisäarvoa. Kuva saattaa kertoa ko. asiasta jotain olennaista, parhaassa tapauksessa vieläpä uudella ja mielenkiintoisella tavalla. Kuvien ja tekstin tulisi olla mahdollisimman houkuttelevasti tasapainossa ja vuorovaikutuksessa keskenään. Hyvä taitto takaa informatiivisuuden samalla kun visuaalinen tyyli on sopusoinnussa sisällön kanssa. /28,36/

Kuvan tarkoitus on usein selvittää ja selittää asioita, joita tekstissä käsitellään. Lisäksi kuvan tehtävänä on myös taiton eli julkaisun tai jutun kokonaisilmeen jäsentäminen. Tällöin kuva jakaa jutun osiin, mikä helpottaa kokonaisuuden hahmottamista. Kuvan tehtävä taitossa on myös lukijan ”pysäyttäminen” ja hänen huomionsa kiinnittäminen juttuun tai aiheeseen. /36/

Kuva voi olla luonteeltaan aihetta täydentävä tai korostava, jolloin kuva vahvistaa tekstin vaikutusta. Kuva voi olla myös koko jutun pääasia. Kuvitus voi myös olla symbolinen, jolloin kuva ei jatka tekstin sisältöä vaan tuo siihen uuden näkökulman. Symbolikuvalla pyritään antamaan lukijalle ajattelemisen aihetta, lisämakua tai maustetta ja tunnelmia. Klassisia symbolikuvia ovat esim. taivaalla lentävät linnut tai auringonlaskut, jotka eivät suoranaisesti liity juttuun. /36/

Graafisessa suunnittelussa sommittelu on otsikoiden, leipätekstien, ingressien, kuvien ja tyhjän tilan käyttämistä ja täyttämistä. Sommittelussa on usein mukana myös emotionaalisia tekijöitä. Kuvassa tai kuvakoosteessa ikään kuin tapahtuu jotakin, jota on vaikea määritellä. Esim. kuvan sijoittaminen odottamattomaan paikkaan tai kuvan poikkeuksellinen rajaaminen voi synnyttää aivan erilaisen vaikutelman kuin alkuperäisessä kuvassa oli. /36/

2.3.2 Värillisyyys

Sisältö on lehden oleellisin osa, mutta lehden sivujen värillisyyys voi antaa lehdelle huomattavaa lisäarvoa. ”Värikäs sisältö” on tärkeämpää kuin ”värilliset sivut”. Siitä huolimatta värit vetävät huomiota puoleensa, etenkin sellaisten nuorten lukijoiden kohdalla, joilla saattaa olla hankaluuksia tottua sanomalehtien lukemiseen. Huomioitavaa värien käytössä havainnollistamassa lehden sisältöä on se, että värien tulee noudattaa loogisuutta sisällön esittämisessä. Jos värit toimivat tiedonsiirtäjänä, tulee värien toistua mahdollisimman todellisina. /14,28/

Nykypäivänä lukijat ovat tottuneet värien käyttöön kaikissa medioissa (lehtimainokset, televisio jne.), joten mustavalkokuvat saattavat tuntua laimeilta. Harmaa olikin sopiva ulkoasu sanomalehdelle radion ja mustavalkoelokuvien aikana. Nykyisin värittömyys saattaa heikentää lehden imagoa lukijakunnan silmissä. /14/

Värillisyyden vaikutusta lukukokemukseen on tutkittu mm. Garcian /14/ toimesta. Testissä käytettiin sivua, jossa on tekstin lisänä dominoiva värikuva ja sivua, jossa on tekstin lisänä dominoiva mustavalkokuva. Molemmat kuvat kiinnittivät paljon lukijoiden huomiota, mutta värikuva selvästi enemmän. Testihenkilöt myös kertoivat pitäneensä värillisiä sivuja miellyttävämpinä kuin hillitympiä mustavalkoisia sivuja.

Huttu /22/ tutki loppukäyttäjän vaatimuksia on-demand painotuotteelle. Värillisyyden kannalta merkittävin tulos oli se, että koehenkilöt tyytyisivät mustavalkokuvia pienempiresoluutioisiin kuviin, jos kuvissa olisi värejä. Tammi /65/ tutki sähköisesti jaeltavan ja tulostettavan sanomalehden toteutusvaihtoehtoja. Käyttäjäkokeiden perusteella tulostettavassa sanomalehdessä värillisyyttä pidettiin tärkeänä, sillä käyttäjien mielestä värillisyyys elävöittää ja piristää sivuja sekä selventää uutisgrafiikkaa. Toisaalta käyttäjien mielestä huonotasoisten värikuvien sijasta voisi käyttää mustavalkokuvia. Tällöin lehdessä tulisi käyttäjien mielestä kuitenkin käyttää värillistä grafiikkaa.

2.3.3 Palstojen määrä

Suunniteltaessa sivun sommittelua tulee ottaa huomioon palstojen määrä ja leveys. Palstojen määrällä voidaan vaikuttaa sekä luettavuuteen että ulkoasuun ja sitä kautta lukijalle syntyvään mielikuvaan. Jakamalla sivu useampiin palstoihin saadaan enemmän visuaalisia vaihtoehtoja ja saadaan lisättyä sivun elävyyttä. Jos sivulla on vain yksi tai kaksi palstaa, on kuva- ja tekstisijoittelulle vain vähän vaihtoehtoja. Tulos voi olla asiallinen, juhla tai jopa jäykkä. Ei ole olemassa ehdottomia sääntöjä siitä, kuinka monta palstaa tietynlaisessa julkaisussa tulee käyttää. Sivua ei tarvitse jakaa tasapalstoihin, vaan samalla sivulla voidaan käyttää myös erilevyisiä palstoja. /28,38/

Sivun sommittelussa on pyrittävä välttämään kaikkia kielteisiä ärsykejä, jotka tekevät painotuotteen käytöstä epämiellyttävää. Liian leveät palstat on yksi tällaisista ärsykeistä. Luettaessa liian pitkiä rivejä, tulee lukijalle hankalaksi löytää oikea kohta seuraavalta riviltä. Palstanleveys on siis tärkeä tekijä hyvän lukurytmin löytämisen kannalta. Sopivan levyisiltä palstoilta pitkäkin teksti luetaan helposti ilman häiriöitä ja väsymystä. Palstat eivät myöskään saa olla liian kapeita. Kapeaan palstaan ladottu teksti on helppolukuista, mutta se saattaa tulla epämiellyttävän näköiseksi, johtuen epätasaisista sanaväleistä. Tämä ulkonäkövirhe on tosin korjattavissa manuaalisesti. /12/

2.3.4 Muita käyttökokemukseen vaikuttavia painotuotemuuttujia

Painotuotteen fyysinen koko (esim. sanomalehden kohdalla broadsheet/tabloid) vaikuttaa käyttökokemukseen etenkin lehteä selailtaessa. Tammen /65/ mukaan etenkin nuoret pitävät lehden kokoa tärkeänä asiana. Nuorilla on taipumus lukea ja hahmottaa nopeasti päivälehden aiheet ja siksi he arvostavat lehteä, joka ei ole liian iso tai liian paksu.

Palstanleveyden lisäksi käyttökokemukseen vaikuttavat myös monet muut typografiset elementit kuten kirjainkoko, väliotsikoiden käyttö, kappaleiden pituus, ingressien käyttö ja riviväli. Rivivälin tulee olla sitä suurempi, mitä leveämpää palstaa käytetään. Luettavuuden lisäksi rivivälillä voidaan vaikuttaa myös painotuotteesta syntyvään mielikuvaan. Suuret rivivälit viestivät arvokkuutta ja pienet rivivälit tärkeyttä. Toisaalta riviväliä voidaan käyttää myös tyylikeinona. /28,36/

Painotuotteessa käytettävän paperin laatu on myös eräs käyttökokemukseen vaikuttava tekijä. Päälystetyillä papereilla saadaan aikaan parempi värien toisto, kun taas mattapintaisilla papereilla saavutetaan parempi luettavuus. Paperin vaaleutta pidetään keskeisenä laatutekijänä. Mitä valkoisempaa paperi on, sitä laadukkaampana sitä yleensä pidetään. Liian paksu paperi taas saattaa aiheuttaa monisivuisen lehden selän kurttaantumista, mikä johtuu paperin huonoista taitto-ominaisuuksista. /28/

3 EMOOTIOT JA PSYKKINEN KUORMITTAVUUS

3.1 Emootiot

3.1.1 Emootioiden luokittelu

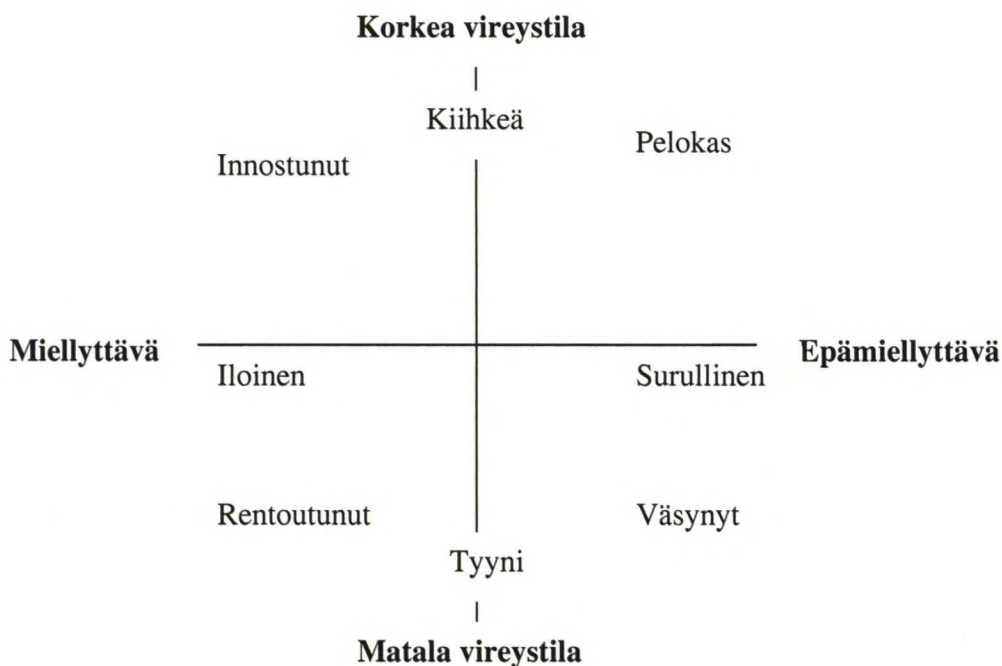
Emootiot voidaan määritellä biologiseen toimintaan perustuviksi mielentiloiksi, joilla on tärkeä rooli käyttäytymisen määräytymisessä /35, lähteen 52 mukaan/. Monet teoreetikot allekirjoittavat näkemyksen, jonka mukaan emootiot muodostuvat kolmesta komponentista: subjektiivinen kokemus (esim. suuttumus), ilmeikäs komponentti (esim. otsan rypistys) ja fysiologinen komponentti (esim. sympaattisen hermoston aktivoituminen). Positiiviset ja negatiiviset emootiot vaikuttavat käyttäytymiseen eri lailla: positiiviset emootiot johtavat lähestymiseen ja negatiiviset emootiot vetäytymiseen. /13,52/

Emootioiden luokittelussa on pääasiassa käytössä kaksi erilaista näkemystä. Toinen näkemys perustuu ajatukseen, että tietyt perusemootiot (ei vain emootioihin liittyvät komponentit) ovat universaaleja. Teorian mukaan perusemootiot (esim. viha, suru, pelko, ilo, inho ja yllättyneisyys) ovat läsnä heti ihmisen syntymästä lähtien. Näistä perusemootioista kehittyvät eri kulttuurien toimesta yksityiskohtaisempia emootioita, joita ihmiset kokevat /45/. Tutkijat eivät ole päässeet yksimielisyyteen perusemootioiden määrästä. Picardin /49/ mukaan perusemootioiden määrä vaihtelee kahden ja kahdenkymmenen välillä näkemyksestä riippuen. Jokaiseen perusemootioon liittyy tunnusomainen kasvonilme ja osaan perusemootioista on liitetty myös tunnusomainen fysiologinen reaktio. Psykologit ovat kiistelleet pitkään siitä, perustuvatko kaikki muut emootiot todella perusemootioihin. Esillä on ollut myös se, ovatko perusemootiot todella emootioita vai ainoastaan komponentteja, jotka muodostavat monimutkaisempia tunnetiloja, joita voidaan kutsua emootioiksi. /16/

Dimensionaalisen näkemyksen mukaan emootioilla on kaksi tai kolme perusulottuvuutta, jotka muodostavat avaruuden, johon kaikki emootiot voidaan sijoittaa /24/. Russellin ja Mehrabianin /58/ PAD- mallin (Pleasure-Arousal-Dominance) mukaan kaikki emotionaaliset tilat voidaan kuvata kolmen komponentin avulla, jotka ovat mielihyvä (pleasure), vireystila (arousal) ja dominanssi (dominance). Useissa tutkimuksissa emootioiden luokittelu perustuu PAD- mallin kahteen ensimmäiseen ulottuvuuteen, joista käytetään myös nimityksiä valenssi ja virittävyys /52/. Dominanssilla tarkoitetaan hallitsevuus-alistuvuus- ulottuvuutta, joka kertoo siitä, tuntee henkilö hallitsevansa tilannetta, vai tuntee hän itsensä alistuneeksi ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta /39/. Tässä tutkimuksessa emootiovasteiden käsittely perustuu valenssiin ja virittävyyteen, joita käydään läpi tarkemmin seuraavassa luvussa.

3.1.2 Valenssi ja virittävyys

Useiden tutkijoiden mukaan kaikki emotiot voidaan ilmaista kaksiulotteisessa koordinaatistossa, jolloin perusulottuvuuksina ovat valenssi (valence) ja virittävyys (arousal) /34/. Valenssi kuvastaa hedonista laatua (käytön nautittavuus) tai tunnepitoisen kokemuksen miellyttävyyttä asteikolla miellyttävä-epämiellyttävä. Valenssin kuvaa samalla myös ärsykkeeseen liittyvää lähestymis-vetäytymiskäyttäytymistä, ts. ärsykkeen aiheuttamaa muutosta yksilön toimintavalmiudessa. Virittävyys kuvaa ärsykkeen aiheuttamaa aktivaatiota (rentoutunut-kiihkeä). Suurin osa psykofysiologisista mediatutkimuksista, jotka käsittelevät eri medioiden aiheuttamia emotiovasteita, perustuvat edellä esitettyyn dimensionaaliseen malliin /52/. Kuvassa 1 on esimerkki kyseisestä dimensionaalisesta mallista, jossa on esitetty erilaisten tunnetilojen sijoittuminen valenssi-virittävyys- koordinaatistoon.



Kuva 1. Esimerkki erilaisten tunnetilojen sijoittumisesta valenssi-virittävyys-koordinaatistoon. Kuva on muunnelmä lähteestä /52/

3.1.3 Emootiot ja media

Emootiot ovat oleellinen osa mediatutkimuksessa, sillä emootiot ovat läheisessä suhteessa mediaviestien neljän ensisijaisen tavoitteen kanssa, joita ovat huomion herättäminen, muistettavuus, viihdyttävyyys ja houkuttavuus /52/. Emootiot ja tarkkaavaisuus eivät ole toisistaan riippumattomia. Esimerkiksi negatiiviset viestit herättävät enemmän mielenkiintoa kuin positiiviset viestit. Tällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi lehden negatiivissävytteiset otsikot herättävät lukijan mielenkiinnon ja saavat hänet perehtymään kyseiseen artikkeliin /5/.

Emotionaaliset tekijät vaikuttavat myös siihen, kuinka hyvin esitetty materiaali muistetaan. Lisääntyneen virittävyyden on esitetty johtavan lisäkapasiteettiin, joka auttaa mediaviestien säilömistä kestonmuistiin. On todistettu, että esimerkiksi virittävyydeltään korkeat televisio-ohjelmat muistetaan paremmin kuin virittävyydeltään matalat ohjelmat, kun viestin valenssi on pidetty muuttumattomana /33, lähteen 52 mukaan/. Toisaalta erittäin kiihkeänä koetulla viestillä saattaa kuitenkin olla haitallisia vaikutuksia muistettavuuteen. Kun virittävyys pidetään kontrolloituna, on huomattu valenssin vaikutus muistettavuuteen. Positiiviset viestit muistetaan paremmin kuin negatiiviset viestit /35, lähteen 52 mukaan/. Tästä on myös ristiriitaisia tuloksia /52/.

Mainonnassa pyritään usein vaikuttamaan ihmisten emootioihin. Jos jonkin tuotteen mainonnassa käytetään erittäin tunnepitoisia mainoksia, saattaa itse tuote saada myöhemmin aikaan samanlaisia tunnereaktioita ihmisissä. Tunteisiin positiivisesti vaikuttavat mainokset saavat ihmisten asenteet tuotetta kohtaan positiivisemmiksi ja lisäävät näin tuotteen muistettavuutta. /52/

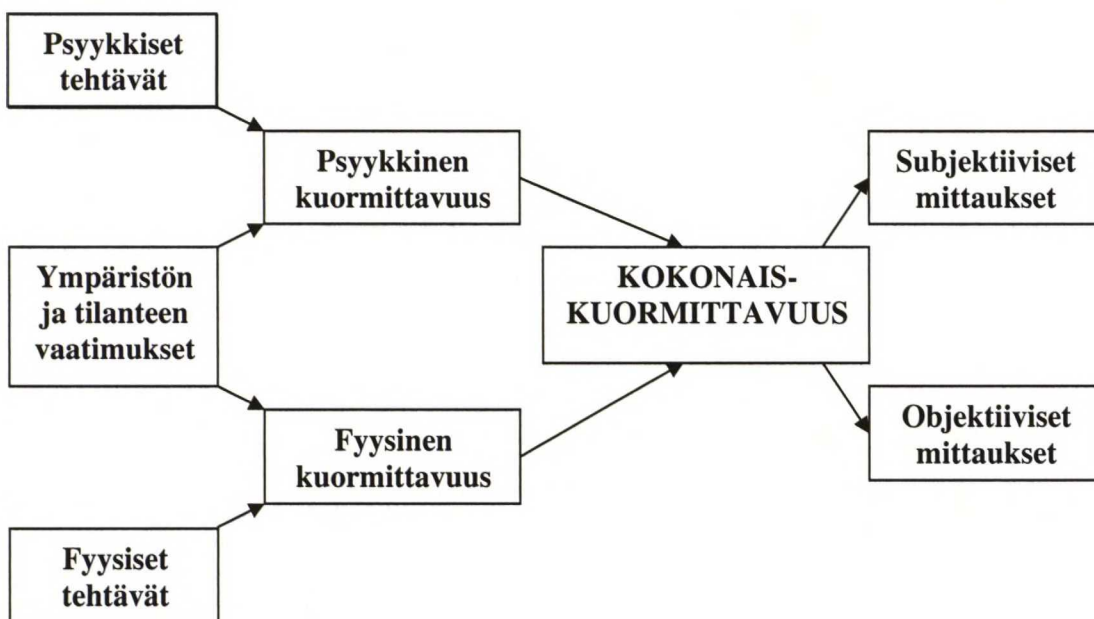
Mediatuotteen käytön emotionaaliset vaikutukset saattavat vaikuttaa suuresti käyttäjän ostopäätökseen. Markkinoilla on paljon mediatuotteita, jotka ovat laadultaan, hinnaltaan ja sisällöltään samanlaisia. Tällöin käyttäjän ostopäätös saattaa perustua tuotteen emotionaaliseen vaikutukseen (esim. painotuotteen kohdalla miellyttävä ulkoasu). Mediatuotteen kohdalla voidaankin puhua emotionaalisesta laadusta. /7/

Mediatutkimuksessa emootioiden mittaamiseen on käytetty psykofysiologisia ja subjektiivisia menetelmiä. Psykofysiologisissa mittauksissa mitataan reaktioita ihmisen kehossa (esim. ihon sähkönjohtavuus) ja pyritään näin saadun fysiologisen aineiston perusteella määrittelemään ihmisen tunnetiloja. Subjektiivisissa mittauksissa henkilöt kuvaavat itse kokemiaan emootioita. Tämän lisäksi emootioiden tutkimiseen voidaan käyttää kasvonilmeiden visuaalista havainnointia /7/. Psykofysiologisia emootioiden mittaamenetelmiä käsitellään tarkemmin luvussa 5.2 ja subjektiivisia emootioiden mittaamenetelmiä luvussa 5.3.

3.2 Psyykkinen kuormittavuus

Työkuorma (workload) voidaan määritellä henkilön tekemän työn määränä hänen saavuttaessaan tietyn suorituksen tason tehtävässä, joissa on tietyt vaatimukset. Työkuormaan vaikuttaa tehtävän vaatimusten lisäksi olosuhteet, jossa tehtävä suoritetaan, sekä henkilön omat taidot ja käyttäytyminen. Tehtävän vaatimukset voivat pitää sisällään esim. ehdot paikallaan pysymisestä tai tiettyjen fyysisten tai kognitiivisten tehtävien suorittamisesta. Tehtävän vaatimuksien vaikutus työkuormaan riippuu henkilön taidoista ja kyvystä suorittaa tehtävä /9/. Näin ollen kaikki henkilöt eivät koe kuormittavuutta yhtä suurena, vaikka suoritettava tehtävä olisikin sama. Henkilön taidot ja kyky suorittaa tehtävä ei ole ainoa asia, joka vaikuttaa yksilökohtaiseen työkuormaan. Myös henkilön motivaatio tehtävän suorittamiseen ja yleinen mieliala vaikuttavat työkuormaan. /6/

Kuormittavuus voidaan jakaa fyysiseen ja psyykkiseen kuormittavuuteen. Kuormittavuus määritellään tehtävän suorittamiseen kulutettavan kapasiteetin suuruutena. Psyykkisellä kuormittavuudella tarkoitetaan niitä vaatimuksia, jotka tehtävää suoritettaessa kohdistuvat ihmisen psyykkisiin toimintoihin (havaitseminen, muisti, päätöksenteko, ajattelu, keskittyminen, tarkkaavaisuus) sekä tietoihin, taitoihin ja muihin psyykkisiin ominaisuuksiin. Kuvassa 2 on kuvattu työkuorman muodostuminen fyysisestä ja psyykkisestä osasta. /9,44/



Kuva 2. Kuormittavuuden jakaantuminen fyysiseen ja psyykkiseen osaan /9/

DiDomenicon /9/ mukaan psyykkisen kuormittavuuden ja stressin välillä on yhteys, mutta käsitteet eivät kuitenkaan ole synonyymejä. Myös stressillä tarkoitetaan ympäristön vaatimusten ja saatavilla olevien resurssien välistä yhteyttä, mutta stressin kohdalla

vaatimukset saavat alkunsa koko elinympäristöstä. Stressillä tarkoitetaan uhkaavaksi koettua yksilön ja ympäristön välistä ristiriitatilannetta. Tällöin ympäristöstä kohdistuu yksilöön vaatimuksia, joiden hän arvioi ehkä ylittävän sopeutumiskykynsä rajat ja johtavan vakaviin seurauksiin. /44/

Kuormittavuuden mittausmenetelmät voidaan jakaa subjektiivisiin ja objektiivisiin menetelmiin. Subjektiiviset menetelmät perustuvat henkilön omiin tunteuksiin ja havaintoihin hänen kokemastaan kuormittavuudesta. Objektiiviset menetelmät taas perustuvat fysiologisiin mittauksiin tehtävän suorittamisen aikana. /9/

Psyykkisen kuormittavuuden mittaamiseen ei ole olemassa suoria menetelmiä. Sen sijaan useita epäsuoria menetelmiä (sekä objektiivisia että subjektiivisia) on kehitetty. Nämä menetelmät voidaan jakaa fysiologisiin mittauksiin (esim. syke ja sykevaihtelu), suorituskykymittauksiin (esim. suoritus aika ja tehdyt virheet) ja subjektiivisiin menetelmiin, joissa henkilö arvioi itse tehtävän kuormittavuutta. Psyykkisen kuormittavuuden tehokas mittaaminen edellyttää vähintään kahden edellä mainitun menetelmän samanaikaista käyttöä. /9/

Psykofysiologiset mittaukset ovat muodostuneet tärkeäksi osaksi psyykkisen kuormittavuuden arvioimista. Mittausten avulla pystytään kuvaamaan psyykkistä kuormittavuutta, sillä informaationkäsittely kuormittaa keskushermostoa, jonka toimintaa pystytään mittaamaan. /9/

Psykofysiologisten mittausmenetelmien käyttö psyykkisen kuormittavuuden arvioinnissa perustuu oletukseen, että ihmisen aktivaatiotaso vaihtelee psyykkisen kuormittavuuden vaihdellessa ja ihmisen elimistössä tapahtuu tällöin erilaisia mitattavissa olevia muutoksia (esim. muutokset sykkeessä ja silmäluomien liikkeissä). Aktivaatiotason muutoksista voidaan edelleen päätellä työstä johtuva psyykkinen kuormittavuus. /44/

Psykofysiologisia kuormittavuuden mittausmenetelmiä käsitellään tarkemmin luvussa 5.2 ja subjektiivisia kuormittavuuden mittausmenetelmiä luvussa 5.3.

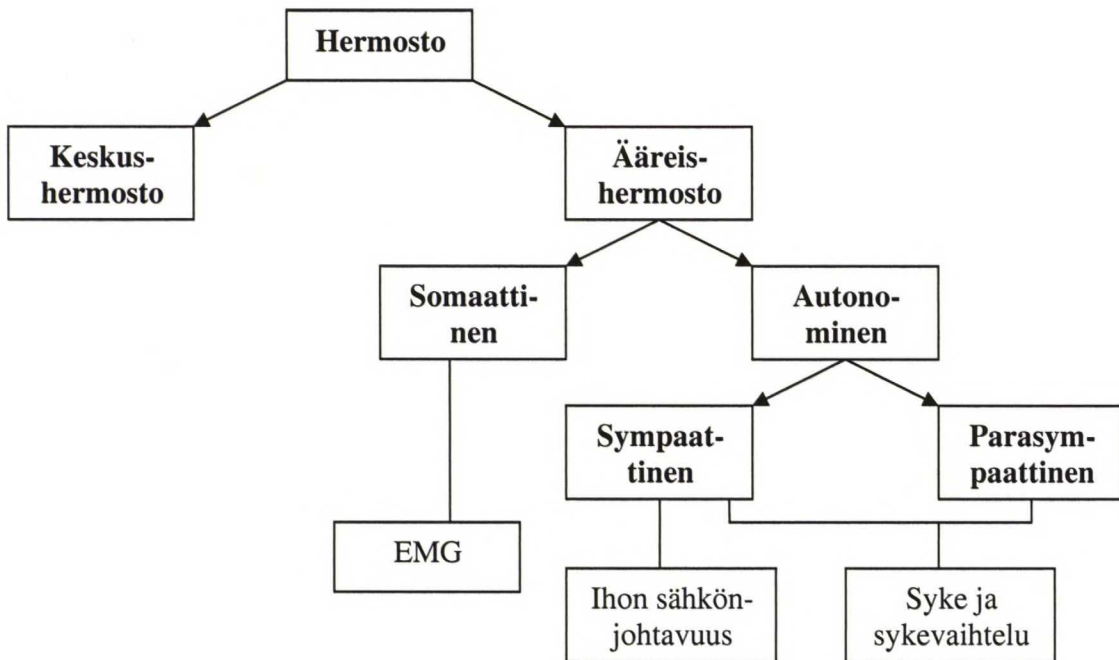
4 PSYKOFYSIOLOGISET JA SUBJEKTIIVISET MITTAUSMENETELMÄT

4.1 Psykofysiologian käsite

Psykofysiologia on psykologian suuntaus, joka käsittelee psykologisten ilmiöiden ja fysiologisten ärsykkeiden välisiä yhteyksiä /9/. Voidaan siis sanoa, että psykofysiologiassa tutkitaan mielen ja ruumiin välisiä vuorovaikutuksia. Tämä tapahtuu rekisteröimällä kehon reaktioita ja yhdistämällä näitä reaktioita käyttäytymiseen. Ihmisen käyttäytyminen vaikuttaa kehon toimintoihin ja päinvastoin. Oletuksena on, että ihmisen aistihavainnon voimakkuus on suorassa yhteydessä yhden tai useamman fysiologisen ärsykkeen intensiteettiin. /1,9,42/

Ihmisen käyttäytymisen ja kehon toimintojen välinen yhteys perustuu ihmisen hermostoon. Käyttäytyminen on yhteydessä keskushermostoon ja kehon toiminnot ovat yhteydessä ääreishermostoon. Ääreishermosto on jaettu somaattiseen ja autonomiseen hermostoon. Somaattinen ääreishermosto ohjaa lihaksiston toimintaa ja autonominen ääreishermosto käytännössä kaikkea muuta kehon toimintaa. Autonominen ääreishermosto on tahdosta riippumaton ja se jakaantuu sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Nämä hermostot kontrolloivat yhdessä sisäelintoimintoja. Sekä sympaattinen että parasympaattinen hermosto ovat koko ajan vaikuttamassa, mutta toinen on yleensä aina korostuneempi. Sympaattinen hermosto toimii korostuneesti tiedostetun toiminnan hetkellä (esim. ihmisen ollessa hätäntynyt, pelästyessä, suuttuessa tai ahdistuessa). Sympaattisen hermoston toiminnan vaikutukset havaitaan esim. sykkeen kiihtymisenä, hikoiluna ja hengityksen kiihtymisenä. Parasympaattinen hermosto toimii korostuneesti ihmisen ollessa rauhallisessa tilassa (esim. levossa). Parasympaattinen hermosto säätelee tiedostamatonta toimintaa (esim. syljen eritystä). /23,42/

Kuvassa 3 on esitetty ihmisen hermoston rakenne. Kuvassa näkyy myös mihin ääreishermoston eri osiin tutkimuksessa käytettävät psykofysiologiset mittaukset ovat yhteydessä. Somaattinen ääreishermosto ohjaa lihaksiston toimintaa, jota mitataan elektromyografialla (EMG). Ihon sähkönjohtavuus ja sydämen toiminta perustuvat autonomisen ääreishermoston toimintaan. Ihon sähkönjohtavuusmittauksilla voidaan seurata sympaattisen hermoston toimintaa. Sydämen toimintaa säätelevät sekä sympaattinen että parasympaattinen hermosto. /42/ Psykofysiologiset mittaukset käsitellään tarkemmin luvussa 5.2. ja subjektiiviset mittaukset luvussa 5.3.



Kuva 3. Ihmisen hermoston rakenne ja tutkimuksessa käytettävien mittausten yhteys hermoston eri osiin. Kuva on muunneltu lähteestä /42/

4.2 Psykofysiologiset mittaukset

Psykofysiologisessa tutkimuksessa fysiologinen aineisto voidaan määrittellä ihmisen sisäistä fysiologiaa kuvaaviksi muuttujiksi, joita voidaan mitata objektiivisesti. Tämän määrittelyn mukaisesti esimerkiksi ihmisen ikä ei ole fysiologinen muuttuja, vaan sitä nimitetään taustamuuttujaksi. Psykologinen aineisto on subjektiivista ja se kerätään haastatteluiden ja kyselylomakkeiden avulla. Psykologista aineistoa ei siis voida kerätä objektiivisilla mittauksilla. Psykofysiologisessa tutkimuksessa kerätään sekä fysiologinen että psykologinen aineisto ja pyritään fysiologian perusteella määrittelemään ihmisen psykologista tilaa. Tällöin psykologinen aineisto muutetaan numeerisen muotoon siten, että sitä voidaan tilastollisesti käsitellä. Fysiologisista muuttujista pyritään löytämään piirteet, jotka pystyvät selittämään psykologisia muuttujia. /59/

Psykofysiologiset mittaukset liittyvät usein jonkin tehtävän suorittamisen analysointiin. Ne ovat hyödyllisiä erilaisten tehtävien työmäärän arvioimisessa ja määrittämisessä. Menetelmien etuna on se, että mittaukset pystytään suorittamaan tehtävän suorittamisen aikana. Haittana taas voidaan pitää sitä, että koehenkilöt ovat tietoisia mittaustapahtumasta. Tämä saattaa aiheuttaa hermostuneisuutta, mikä johtaa muutoksiin fysiologisissa signaaleissa. Koehenkilöt saattavat myös välttää esim. hymyilemistä tiedostaessaan, että heidän kasvonliikkeitään tarkkaillaan. /9/

Seuraavaksi käsitellään tarkemmin tähän tutkimukseen valittuja psykofysiologisia mittaamenetelmiä, jotka ovat elektromyografia (EMG), ihon sähkönjohtavuus, sykevaihtelu ja silmien räpytystiheys. Menetelmien valintaa perustellaan tarkemmin luvussa 6.2.3. Psykofysiologisiin mittauksiin kuuluu myös mm. aivosähkökäyrä (EEG), verenpaine ja hengitystiheys, mutta näitä mittauksia ei käsitellä tarkemmin tässä työssä.

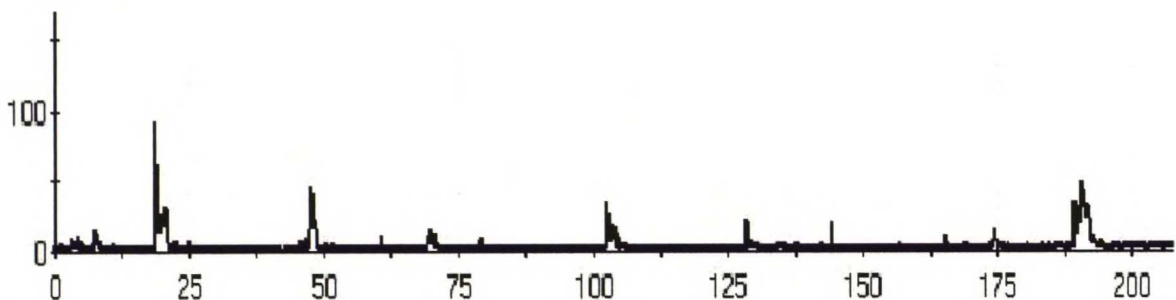
4.2.1 EMG

Lihasten liikemittaukseen käytettävä menetelmä on nimeltään elektromyografia (EMG). Elektromyografiassa mitataan lihasten sähköistä aktiviteettia. Menetelmässä käytetään pieniä elektrodeja, joilla mitataan lihaksen supistuessa ilmenevää pientä jännitettä /49/. Menetelmä soveltuu sekä isojen että pienten lihasryhmien aktiviteetin mittaamiseen. Tässä tutkimuksessa elektromyografiaa käytetään kasvolihasten aktiviteetin mittaamiseen.

Kasvolihasten liikemittausta EMG:n avulla voidaan käyttää emotioiden tunnistamiseen. Aktivaatio otsan corrugator supercilii- lihaksessa yhdistetään epämiellyttäviin tuntemuksiin. Posken zygomatic major- lihaksen aktivaatio taas kertoo miellyttävistä tuntemuksista /34/. Tässä tutkimuksessa mitataan kahden edellä mainitun kasvolihaksen aktivaatiota.

EMG-menetelmät voidaan jakaa pintaelektromyografiaan ja neulaelektromyografiaan. Pintaelektromyografiassa lihasten aktiviteettia mitataan ihon pinnalle kiinnitettävillä elektrodeilla. Neulaelektromyografiassa mittaaminen tapahtuu neulaelektrodeilla, jotka työnnetään lihaskudoksen sisään. Kyseisellä menetelmällä voidaan saavuttaa tarkempia mittaustuloksia, mutta se on kivulias ja saattaa vaurioittaa lihaskudosta /51/. Tässä tutkimuksessa kasvolihasten aktiviteettia mitataan pintaelektromyografialla.

Kuvassa 4 on esitetty tyypillinen EMG-signaali, jossa x-akselilla on aika sekunteina ja y-akselilla mitatun lihaksen jännite mikrovoltteina. Lihaksen ollessa levossa jännite pysyy matalalla tasolla. Lihaksen supistuminen huomataan äkillisenä jännitepiikkinä. /3/



Kuva 4. Esimerkki tyypillisestä EMG-signaalista

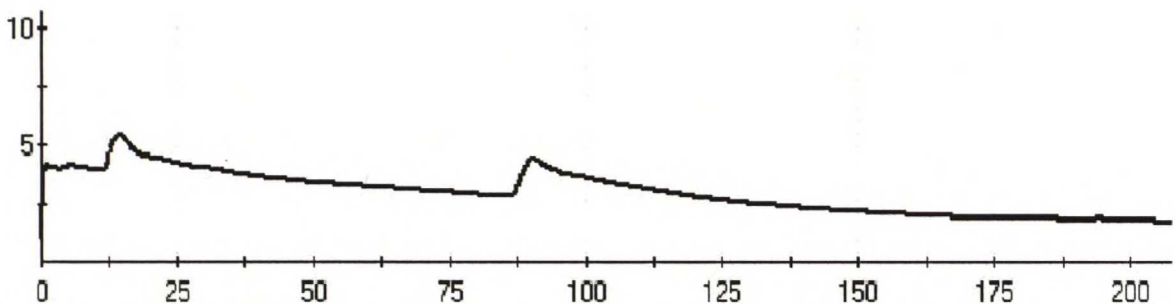
4.2.2 Ihon sähkönjohtavuus

Ihon sähkönjohtavuusmittauksien avulla voidaan tutkia sympaattisen hermoston aktiviteettia. Ihmisen kiihtyessä sympaattinen hermosto lisää hieneritystä. Ihon sähkönjohtavuuden mittaussensorit mittaavat ihon sähkönjohtokyvyn muutoksia kun ihon hikirauhaset tuottavat hikeä. /71/

Ihon sähkönjohtavuutta pidetään yhtenä parhaista menetelmistä ihmisen vireystilan mittaamiseen /50/. Ihon sähkönjohtavuus kasvaa ihmisen kiihtyessä /34/. Tästä syystä ihon sähkönjohtavuusmittauksia onkin käytetty esim. valheenpaljastuskokeissa /42/.

Tyypillisesti ihon sähkönjohtavuutta mitataan saman käden kahdesta eri sormesta. Mittaus tapahtuu sormien päihin kiinnitettävillä sensoreilla. Ihon sähkönjohtavuuden mittaussyksikkö on Siemens (S). Lepotilassa normaali ihon sähkönjohtavuus on $2 \mu\text{S}$:n paikkeilla, mutta arvot vaihtelevat paljon riippuen henkilöstä, ympäristötekijöistä ja ihotyypistä. /3/

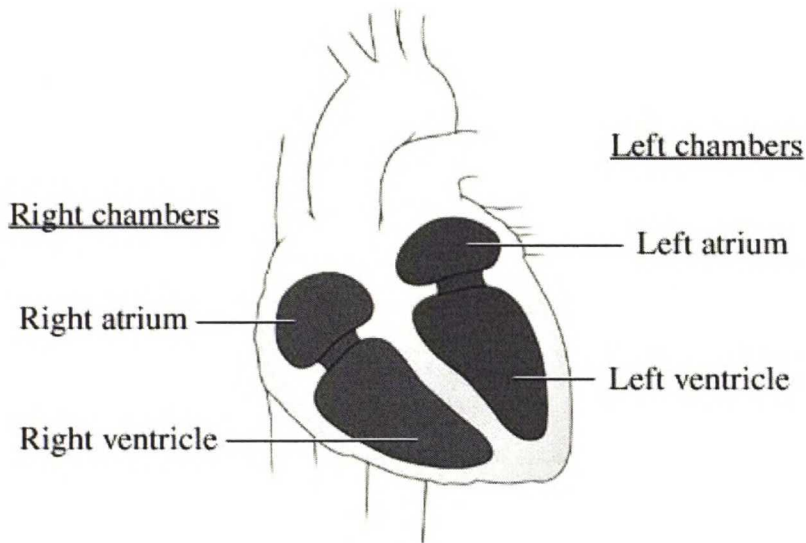
Kuvassa 5 on esitetty tyypillinen ihon sähkönjohtavuussignaali, jossa x-akselilla on aika sekunteina ja y-akselilla ihon sähkönjohtavuus yksikössä μS . Tyypillisessä signaalissa ihon sähkönjohtavuus kasvaa nopeasti ihmisen kiihtyessä, jonka jälkeen se alkaa laskea hitaasti ihmisen taas rauhoittuessa. /3/



Kuva 5. Esimerkki tyypillisestä ihon sähkönjohtavuussignaalista

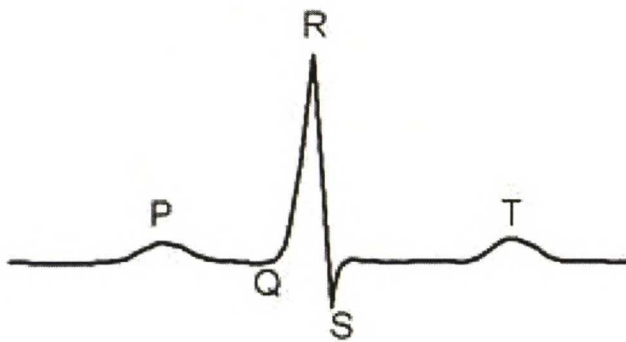
4.2.3 Syke ja sykevaihtelu

Sydän on jakautunut kuvan 6 kaltaisesti kahteen kammioon (ventricle) ja kahteen eteiseen (atrium). Oikea eteinen ottaa vastaan hapetonta verta kehosta ja pumppaa sen oikeaan kammioon. Oikea kammiopumppaa hapettoman veren keuhkoihin. Vasen eteinen ottaa vastaan hapekasta verta keuhkoista ja pumppaa sen vasempaan kammioon. Vasen kammiopumppaa hapekkaan veren ympäri kehoa. /55/



Kuva 6. Sydämen rakenne /55/

Sydämen sähköisten toimintojen rekisteröintiä sanotaan elektrokardiografiaksi (EKG). EKG-laite piirtää viivaa, jossa sydämen toiminta näkyy heilahduksina sekä ylös- että alaspäin. Heilahduksia kutsutaan aalloiksi. Näin syntyvää käyrää sanotaan EKG-käyräksi. Kuvassa 7 on esitetty esimerkki EKG-käyrästä. /55/



Kuva 7. Esimerkki EKG-käyrästä /2/

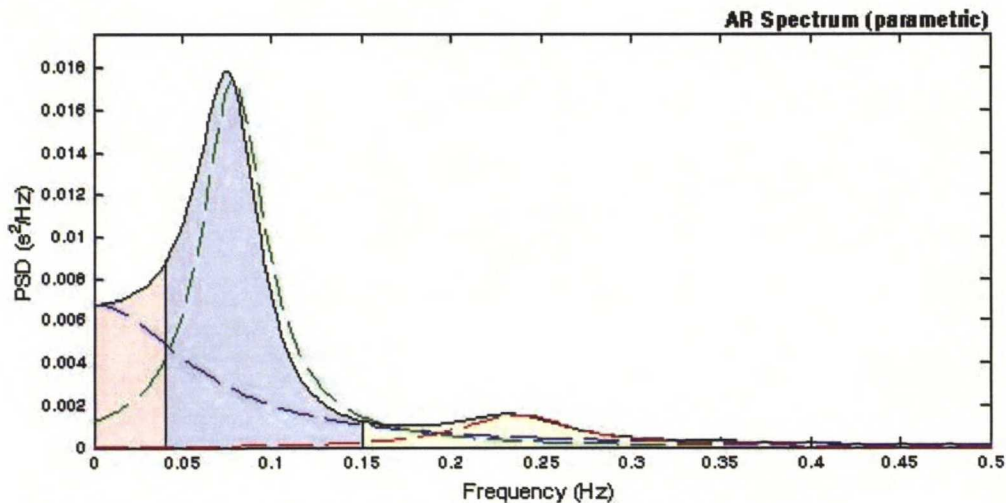
P-aalto kuvaa eteisten sähköistä aktiviteettia. Q-, R- ja S-aallot, eli QRS-kompleksi, kuvaa kammioiden sähköistä aktiviteettia. T-aalto kuvaa kammioiden sähköistä palautumista /55/. QRS-kompleksien R-piikkien tarkka havaitseminen on ehdoton edellytys luotettavan EKG-analyysin saavuttamiseksi. R-piikki on muita aaltoja helpompi havaita EKG-käyrästä, koska sillä on suurin amplitudi ja terävin aaltokuvio. /26/

Ihmisen sydän sykkii jatkuvasti vaihtuvaan tahtiin. Tämä sykkeen vaihtelu on oleellinen tapahtuma terveessä ruumiissa. Sykevaihtelulla tarkoitetaan sydämen lyöntien välisen

aikavälin muutoksia, joka ilmaistaan millisekunteina. Sykevaihtelua mitataan yleensä kahden peräkkäisen R-piikin välisenä aikana (millisekunteina). Tästä käytetään nimitystä RR-intervalli. RR-intervalli on tarkemmin sanottuna sydämen vasemman kammion supistumisen seurauksena ilmenevien R-piikkien välinen aika /43/. RR-intervallin mittaamiseen ei välttämättä tarvita varsinaista EKG-laitetta, sillä myös osa urheilukäyttöön tarkoitetuista sykemittareista pystyy RR-intervallien tallentamiseen.

Sydämen sykettä ja sen vaihtelua voidaan käyttää työn psyykkisen kuormittavuuden arvioinnissa. Tähän on johtanut tieto siitä, että verenkiertojärjestelmä reagoi psyykkiseen ja fyysiseen kuormittavuuteen. Normaalin terveen ihmisen sydämen lyöntimalli on levossa epäsäännöllinen. Lyöntitiheys voi tilapäisesti vaihdella 10-15 lyöntiä minuutissa. Kun huomio keskitetään havaintomotoriseen tehtävään, sydämen sykemallin epäsäännöllisyys pyrkii katoamaan. Sykkeen keskiarvo muuttuu kuitenkin vain vähän tai ei ollenkaan. /9,44/

Sydämen sykevaihtelu on tarkkaan säädelyä toimintaa, johon vaikuttaa suuri joukko eri tekijöitä. Yksi tärkeimmistä säätelytekijöistä on sympaattisen ja parasympaattisen autonomisen hermoston tasapaino. Näin ollen sykevaihtelu toimii autonomisen hermoston toiminnan epäsuorana mittarina. Sykevaihtelua voidaan mitata spektrianalyysin avulla, jolloin sykevaihtelu jaetaan eri taajuusalueisiin. Taajuusalueet ovat korkeataajuinen HF-alue (High Frequency), joka on välillä 0,15-0,40 Hz, matalataajuinen 0,04-0,15 Hz:n LF-alue (Low Frequency) ja erittäin matalataajuinen 0,0033-0,04 Hz:n VLF-alue (Very Low Frequency). Kuvassa 8 on esimerkki sykevaihtelun taajuusspektristä, jossa eri taajuusalueet ovat nähtävissä. /31/



Kuva 8. Esimerkki sykevaihtelun taajuusspektristä

Parasympaattinen hermosto aiheuttaa lähinnä suuritaajuisia sykevaihtelua. Sympaattinen hermosto taas aiheuttaa hitaamman luonteensa takia matalataajuisia sykevaihtelua. Hengityksen vaikutus on havaittavissa HF-alueella. LF-alueella on nähtävissä sekä

sympaattisen että parasympaattisen hermoston aiheuttama sykevaihtelu. LF kasvaa sympaattisen aktivaation lisääntyessä. Makuuasennossa LF on pääasiassa parasympaattisen kontrollin alainen, mutta pystyasennossa LF:n suuruuteen vaikuttaa myös sympaattinen hermosto. VLF-alueen fysiologinen tausta on epäselvä, mutta ainakin lämpösäätely on yhdistetty VLF- alueella tapahtuviin muutoksiin. /26,31/

LF-alueella tapahtuvaa sykevaihtelua voidaan käyttää psyykkisen kuormittavuuden mittarina. Kuormittavuuden laskiessa sykevaihtelun määrä LF-alueella kasvaa. Tämä on nähtävissä korkeana piikkinä sykevaihtelun taajuuspektrissä taajuusalueella 0,04Hz-0,15Hz. Vastaavasti kuormittavuuden lisääntyminen havaitaan sykevaihtelun määrän vähenemisenä LF-alueella. /57/

Sykevaihtelun määrä muuttuu terveillä ihmisillä iän myötä. Vaihtelu lisääntyy autonomisen hermoston kehittymisen myötä: alle 6-vuotiailla sykevaihtelu on vähäisempää kuin 6-15-vuotiailla. Sykevaihtelu on suurimmillaan 15-39-vuotiailla, jonka jälkeen vaihtelu alkaa taas vähentyä. Yli 60-vuotiailla sykevaihtelu on vähäisintä. /31/

4.2.4 Silmien räpytystiheys

Silmänliikkeitä analysoimalla voidaan arvioida psyykkistä kuormittavuutta tehtävissä, joissa informaatio vastaanotetaan ensisijaisesti visuaalista kanavaa pitkin. Silmien räpytysten lukumäärän avulla on arvioitu visuaalisen tehtävän aiheuttamia keskushermoston aktiivisuuden ja henkilön keskittyneisyyden vaihteluita. Oletetaan, että valppaus alentaa silmien räpytysten määrää. /44/

Tässä tutkimuksessa silmien räpytystiheys mitattiin kuvaamalla koehenkilöitä videolle, jonka jälkeen silmien räpytysten määrät laskettiin manuaalisesti videoilta. Räpytystiheyden mittaaminen on mahdollista myös elektromyografialla. Silloin EMG-sensori kiinnitetään silmän vieressä sijaitsevaan orbicularis oculi- lihakseen, joka supistuu silmän räpsähtäessä. /10/

4.3 Subjektiiiviset mittaukset

Subjektiiiviset mittausmenetelmät perustuvat käyttäjän omiin arvioihin. Subjektiiiviset mittaukset ovat helppoja ja edullisia toteuttaa. Useimmiten subjektiiivinen mittausdata kerätään koetilanteen jälkeen koehenkilöiden täyttämän kyselylomakkeen tai haastattelun avulla. Subjektiiiviset mittaukset edellyttävät, että koehenkilöt tuottavat tietoisien mielipiteen omasta kokemuksestaan. /40/

Subjektiiivisten mittausten soveltuvuutta luotettavan mittausdatan keräämiseen on perusteltu mm. sillä, että koehenkilö itse pystyy parhaiten kuvaamaan omia kokemuksiaan /6/. Tämä edellyttää tosin sitä, että henkilö on täysin ymmärtänyt kysymykset ja kokeessa käytettävät asteikot. Tämä asettaa vaatimuksia kokeen järjestäjälle, jonka täytyy ohjeistaa koehenkilö huolellisesti koetta varten. Subjektiiivisten mittausten luotettavuuteen vaikuttavat myös muut häiriötekijät, kuten koehenkilöiden pyrkiminen sosiaalisesti hyväksyttäviin vastauksiin tai koehenkilön huolimattomuus /59/.

Seuraavaksi esitellään subjektiiivisiä kuormittavuuden ja emootiovasteiden mittausmenetelmiä. Tässä tutkimuksessa käytettävät menetelmät (SMEQ, SAM ja Ranking-vertailu) käsitellään tarkemmin.

4.3.1 Subjektiiivisiä kuormittavuuden mittausmenetelmiä

SMEQ (Subjective Mental Effort Questionnaire) on subjektiiivinen menetelmä psyykkisen kuormittavuuden mittaamiseen. SMEQ kuvaa henkilön käyttämää henkisen vaivannäön määrää tehtävää suoritettaessa. Menetelmässä käytetään yksiulotteista asteikkoa, joka kertoo siitä, kuinka kuormittavaksi henkilö itse kokee tehtävän suorittamisen. Asteikko perustuu siihen oletukseen, että jos henkilö sanoo kokeneensa itsensä kuormittuneeksi, hän myös on kuormittunut. Tämä tarkoittaa sitä, että asteikko mittaa juuri henkilön itse kokemaa kuormittavuutta eikä sitä kuormittavuutta, jota henkilöt olettavat tehtävän vaatineen. SMEQ on ollut käytössä monissa laboratorio- ja kenttätutkimuksissa ja sitä on pidetty pätevänä ja luotettavana menetelmänä psyykkisen kuormittavuuden mittaamiseen. /4,25/

SMEQ-testissä koehenkilö piirtää viivan 15cm:n pituiselle, 9-portaiselle janalle kuvaamaan kokemaansa kuormittavuutta. Asteikkoa tulkitaan mittaamalla piirretyn merkin etäisyys nollapistestä (nollapiste kuvaa tilannetta, jossa tehtävää ei koettu lainkaan kuormittavaksi). Näin ollen tulokseksi saadaan arvo väliltä 0-150. Korkeat SMEQ-arvot kuvaavat siis suurta kuormittuneisuutta. Arvioinnin helpottamiseksi on janan ääripäihin syytä kirjoittaa kuormitusastetta kuvaavia sanoja, kuten ”erittäin kuormittava” ja ”ei lainkaan kuormittava”. /18,20/

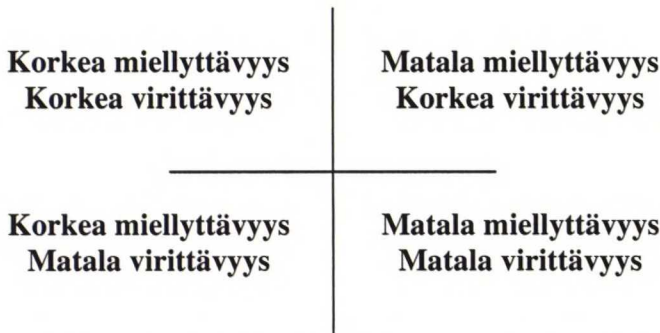
SMEQ korreloi selvästi tehtävän suorittamiseen kuluneen ajan kanssa ja on erittäin käytännöllinen silloin, kun aikaa ei voida tai haluta mitata. SMEQ-menetelmän hyvänä puolena voidaan pitää myös sitä, että se on todella nopea toteuttaa. /25/

Toinen yleisesti käytetty subjektiivinen psyykkisen kuormittavuuden mittausmenetelmä on NASA:n kehittämä TLX (Task Load Index). Toisin kuin SMEQ, TLX mittaa sitä työkuormaa, jonka henkilö olettaa tehtävän suorittamisen vaatineen häneltä. TLX on moniulotteinen kysely, jossa työkuorma koostuu kuudesta eri osatekijästä, jotka ovat henkinen vaativuus, fyysinen vaativuus, ajallinen vaativuus, suorituskky, vaivannäkö ja turhautuneisuus. TLX-menetelmällä saadaan laskettua työkuormaindeksi, joka perustuu eri osatekijöiden painotettuun keskiarvoon. Työkuormaindeksin laskeminen jakautuu kahteen eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa koehenkilöt arvioivat jokaisen osatekijän suuruuden tehtävän suorittamisessa 20-portaisella asteikolla. Tämän jälkeen suoritetaan eri osatekijöiden välillä 15 parin parivertailu, jossa koehenkilöt arvioivat jokaisen parin kohdalla, kumpi tekijä vaikuttaa enemmän kokonaistyökuormaan. /19,20/

4.3.2 Subjektiivisia emotiovasteiden mittausmenetelmiä

SAM (Self-Assessment Manikin) on menetelmä, jolla kuvataan henkilön emotioita subjektiivisesti. Menetelmässä arvioidaan miellyttävyyttä (valenssi) ja virittävyttä 9-portaisella asteikolla /8/. SAM:iin voidaan liittää vielä kolmas ulottuvuus, joka kuvaa hallinnantunnetta, mutta tässä tutkimuksessa keskitytään kahteen ensin mainittuun ulottuvuuteen.

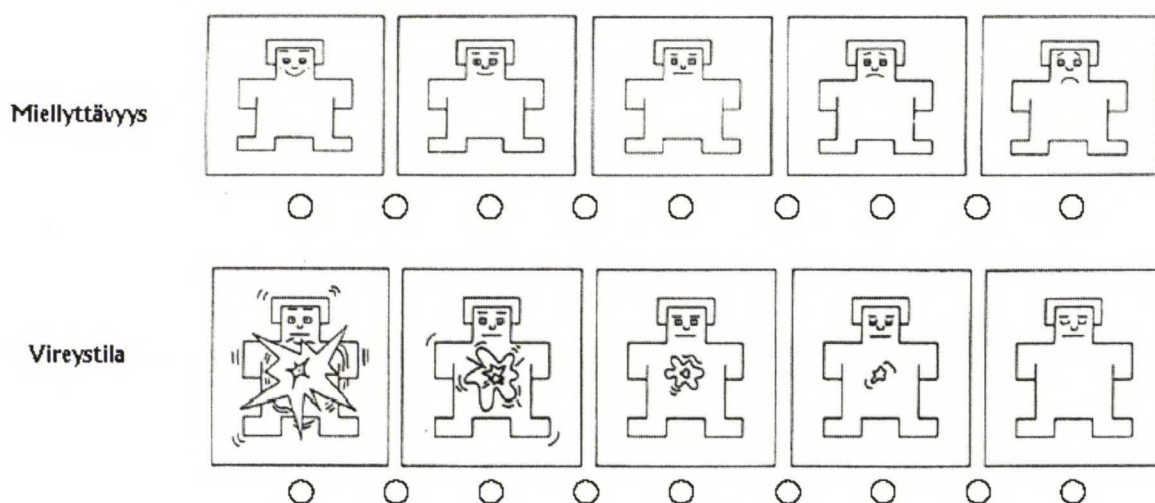
SAM koostuu siis kahdesta ulottuvuudesta, joiden avulla saadaan muodostettua koordinaatisto, johon saadut tulokset pystytään sijoittamaan. Koordinaatisto jakautuu neljään neljännekseen, jotka eroavat toisistaan valenssin ja virittävyyden kannalta kuvan 9 kaltaisesti. /41/



Kuva 9. SAM:in avulla muodostettavan koordinaatiston jakaantuminen neljännekseen /41/

SAM:ssa käytetään varsinaisen asteikon yhteydessä tunnetiloja kuvaavia kuvia, jotka helpottavat koehenkilön vastaamista kyselyyn. Valenssin kohdalla käytetään viittä eri kasvonilmeitä esittävää kuvaa, jotka vaihtelevat hymyilevistä kasvoista (korkea miellyttävyys) synkkiin kasvonilmeisiin (matala miellyttävyys). Vastaavasti virittävyyden kohdalla käytetään viittä kuvaa, jotka kuvaavat henkilön vireystilaa kiihkeästä uneliaaseen /56/. Käytettävä asteikko on esitetty kuvassa 10.

SAM on alun perin suunniteltu vaivalloisemman suullisen emotioiden kartoittamisen vaihtoehdoksi. SAM on helppo ja nopea toteuttaa ja sitä onkin käytetty useissa psykofysiologisissa tutkimuksissa menestyksekkäästi. Koska SAM ei vaadi koehenkilöltä lainkaan sanallisia vastauksia, pystytään sen avulla testaamaan suuri määrä ärsykeitä lyhyessä ajassa. Johtuen SAM-asteikkoa havainnollistavista kuvista, on niin lasten kuin aikuistenkin helppo ymmärtää, miten kyselyyn tulee vastata. Eräs SAM-asteikon hyvistä puolista on myös se, että se ei sisällä lainkaan tekstiä, joten sitä pystytään käyttämään sellaisenaan kielestä riippumatta. /41/



Kuva 10. SAM-asteikko ja asteikkoa havainnollistavat kuvat /64/

Toinen yleisesti käytetty menetelmä emotiovasteiden tutkimuksessa on semanttinen differentiaali (voidaan käyttää myös monien muiden asioiden tutkimiseen). Menetelmässä käytetään seitsemänportaisia asteikkoja, joiden ääripäinä ovat toisilleen vastakkaiset adjektiivit. Adjektiivit kuvaavat henkilön kokemia tunnetiloja (esim. iloinen-surullinen, rauhoittunut-kiihkeä). Koehenkilöt merkitsevät asteikolle kohdan, johon koettu tunne heidän mielestä sijoittuu. Asteikon tulokset saadaan luokittelemalla annetut arviot esimerkiksi yhden ja seitsemän välille ja laskemalla pistemäärät yhteen. Semanttinen differentiaali vaatii koehenkilöiltä vastauksia useisiin asteikkoihin kerrallaan, joten sen käyttö on vaivalloista silloin, kun halutaan jatkuvaa palautetta kokeen edetessä. /61,67/

4.3.3 Ranking-vertailu /46/

Tutkimuksessa on käytössä myös Ranking-vertailu, jossa koehenkilöt asettavat painotuote-näytteet paremmuusjärjestykseen miellyttävyyden ja kuormittavuuden kannalta. Vertailu toteutetaan niin, että eniten miellyttävä/kuormittava näyte saa arvosanaksi 1, seuraavaksi miellyttävin/kuormittavin arvosanan 2 jne. Ranking vertailun tuloksista voidaan laskea jokaiselle painotuotenäytteelle laatuarvosana seuraavasti:

Ensin lasketaan näytteen i pistesumma R_i :

$$R_i = (1/N) \sum_j r_{ij} , \quad (1)$$

missä r_{ij} = koehenkilön j antama sijoitus näytteelle i
 N = koehenkilöiden määrä

Tämän jälkeen lasketaan laatuarvosana p_i :

$$p_i = \frac{100}{n} (R_i - 0,5) , \quad (2)$$

missä n = arvosteltavien näytteiden määrä

Ranking-vertailu on todella yksinkertainen menetelmä, mistä johtuen virheitä aiheutuu erittäin vähän koehenkilöiden väärin ymmärtämistä testiohjeista.

4.4 Psykofysiologia mediatutkimuksessa

4.4.1 Yleistä

Useat psykologiset ilmiöt kuten tarkkaavaisuus, emootiot ja kiihtymys ovat keskeisessä osassa mediatutkimuksessa. Psykofysiologiset mittaukset voivat tuottaa sellaista informaatiota emootioista, joka täydentävää tai ovat jopa ristiriidassa subjektiivisten koehenkilöarviointien kanssa. Psykofysiologisia mittauksia voidaan myös pitää käyttäjien itse-arviointia objektiivisempänä menetelmänä, sillä mittausdata saadaan kerättyä ilman, että koehenkilö pystyy siihen vaikuttamaan. Subjektiivisten mittauksien haittana on se, että koehenkilöt saattavat pyrkiä vastaamaan kysymyksiin siten kuin he olettavat testin tekijän haluavan. Testihenkilöt saattavat myös ujostella kriittisten vastauksien antamista ja pyrkiä korrekteihin vastauksiin. Täten psykofysiologisia mittauksia voidaan pitää käyttökelpoisina etenkin, kun tutkitaan arkaluonteisia aiheita käsittelevien mediaviestien aikaan saamia vasteita. Psykofysiologiset mittaukset voivat myös tuottaa tietoa emootiovasteista, joita koehenkilö ei itse jostain syystä tiedosta (esim. todella pieni muutos tunnetilassa). /52/

Mediaviestit saavat usein aikaan sellaisia muutoksia tarkkaavaisuudessa ja emootioissa, jotka vaihtelevat viestin aikana. Subjekttiivinen käyttäjäkysely voidaan suorittaa vain viestin käsittelyn jälkeen, jolloin on mahdollista, että viestin emotionaaliset ääripisteet luovat pohjan vastauksille. Tällöin ei siis saada tietoa kokonaisen viestin emootiovasteesta /5/.

Psykofysiologiset mittaukset voidaan suorittaa yhtäjaksoisesti viestin kuulemisen tai katselun kanssa, jolloin pystytään tunnistamaan vaihtelut emootiovasteessa. Psykofysiologiset mittaukset ovat ajallisesti tarkkoja, mikä tarkoittaa sitä, että mediaviestistä pystytään erottamaan ne sisällöt, jotka aiheuttavat suuren tunnetilan muutoksen. /52/

Psykofysiologian alalla on tapahtunut viime vuosina huomattavaa edistystä, mutta siitä huolimatta psykofysiologisia mittauksia käytetään suhteellisen vähän mediatutkimuksessa. Yhtenä syynä tähän on se, että monet psykofysiologiset tutkimusmenetelmät vaativat usein kalliin mittauslaitteiston ja erikoisosaamista. /52/

Psykofysiologisessa mediatutkimuksessa yksi psykofysiologinen mittausta on harvoin riittävä luotettavien tuloksien saavuttamisen kannalta. Psykofysiologiassa yksi fysiologinen muutos liittyy harvoin vain yhteen psykologiseen ilmiöön, ja päinvastoin. Tämä tekee usean samanaikaisen mittauksen suorittamisen tarpeelliseksi /52/. Psykofysiologiset mittaukset tuottavat suhteellista mittausaineistoa absoluuttisen aineiston sijasta. Reaktiot ihmisen kehossa vaihtelevat yksilökohtaisesti, jolloin siis vasteet eri mittauksissa ovat erilaisia ihmisten välillä. Tämän vuoksi psykofysiologiset mittaukset tehdään tyypillisesti ns. yksilökohtaisesti, mikä tarkoittaa sitä, vertailua ei tehdä koehenkilöiden absoluuttisten mittautulosten välillä. Vertailu voidaan tehdä koehenkilökohtaisesti, jolloin ärsykkeen aikaansaamaa vastetta verrataan koehenkilön lepotilan vasteeseen. /42/

Psykofysiologisia mittauksia on sovellettu useissa tutkimuksissa erilaisten mediaviestien käyttökokemuksen mittaamiseen. Tutkimustulosten perusteella on osoitettavissa, että psykofysiologiset mittausmenetelmät soveltuvat kuvaamaan ihmisen emootioita ja kuormittuneisuutta. Seuraavissa kahdessa luvussa käydään läpi aiempia tutkimuksia, joissa on sovellettu tähän tutkimukseen valittuja psykofysiologisia mittausmenetelmiä.

4.4.2 Tutkimuksia emootiovasteiden mittaamisesta psykofysiologisilla menetelmillä

Kasvolihasten liikkeissä ja subjektiivisten testien perusteella saaduissa valenssiarvosteluissa (miellyttävä-epämiellyttävä) on osoitettu olevan yhteyttä. Lang, Greenwald, Bradley ja Hamm /34/ tutkivat erilaisten kuvien vaikutusta miellyttävyyteen. Jokaista kuvaa näytettiin koehenkilölle kuuden sekunnin ajan. Kuvilla tehtyjen testien perusteella epämiellyttävien kuvien katsominen lisäsi otsan rypistämiseen tarvittavan lihaksen (corrugator supercilii) toimintaa. Vastaavasti miellyttävien kuvien katsominen lisäsi poskessa sijaitsevan hymylihaksen (zygomatic major) jännitystä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että suurempi jännitys tiettyssä lihaksessa oli yhteydessä lisääntyneeseen emotionaaliseen intensiteettiin.

Langin, Greenwaldin, Bradley'n ja Hammin /34/ tutkimuksessa osoitettiin myös, että ihon sähkönjohtavuusmittauksissa ja subjektiivisten testien perusteella saaduissa virittävyysarvosteluissa (rentoutunut - kiihkeä) on yhteyttä. Ihon sähkönjohtavuuden (määriteltynä hikirauhasten aktiviteettina) todettiin lisääntyvän, kun ärsyke vahvistuu. Sähkönjohtavuuden muutokset vaihtelivat riippumatta siitä, arvioitiinko kokemus miellyttäväksi vai epämiellyttäväksi.

Simons, Detenber, Roedema ja Reiss /62/ todistivat, että yhteys kasvolihasten aktiviteetin ja kuvien valenssin välillä säilyy myös silloin, kun ärsykkeenä käytetään kuuden sekunnin mittaista liikkuvaa kuvaa. Tutkimuksessa nähtiin myös, että ihon sähkönjohtavuus oli korkeammalla tasolla virittävyydeltään korkeiden liikkuvien kuvien kohdalla kuin virittävyydeltään matalien liikkuvien kuvien kohdalla. Hubert ja de Jong-Meyer /21, lähteen 52 mukaan/ tekivät vastaavanlaisen tutkimuksen yhdeksän minuutin mittaisilla videoilla. Negatiiviset videot saivat aikaan lisääntynyttä aktiviteettia otsan corrugator supercilii-lihaksessa ja positiiviset videot lisäsivät posken zygomatic major- lihaksen aktiviteettia. Myös tässä tutkimuksessa ihon sähkönjohtavuus kasvoi virittävyydeltään korkeiden videoiden kohdalla ja laski katsottaessa virittävyydeltään matalia videoita.

Psykofysiologiset mittaukset soveltuvat myös tilanteisiin, jossa ärsyke tulee jotain muuta kuin visuaalista kanavaa pitkin. Bolls, Lang ja Potter /5/ tutkivat minuutin pituisten radiomainosten vaikutusta miellyttävyyteen EMG:n avulla. Tutkimuksessa osoitettiin, että posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetti oli positiivisten radiomainosten kohdalla selvästi negatiivisia radiomainoksia suurempaa. Vastaavasti otsan corrugator supercilii- lihaksen aktiviteetti oli suurempaa negatiivisten radiomainosten kohdalla. Tutkimuksen perusteella pystyttiin sanomaan, että kasvolihasten liikemittaus EMG:n avulla soveltuu radiomainosten emootiovasteen fysiologiseksi mittariksi.

Ravajan /52/ mukaan tutkimuksissa on käytetty ärsykkeenä myös esim. epämiellyttäviä luonnollisia ääniä (kuten kirkaisu, pommitus) ja puhuttuja negatiivisia sanoja. Tutkimuksien perusteella corrugator supercilii- lihaksen aktiviteetti on ollut korkeampaa negatiivisten kuin positiivisten ärsykkeiden kohdalla. Vrana /69/ esitti tutkimuksessaan todisteita myös sille, että tietyt negatiiviset emootiot (esim. viha ja inho) pystytään tunnistamaan mittaamalla kasvolihasten aktiviteettia EMG:n avulla.

Tutkimusten perusteella corrugator supercilii- lihaksen aktiviteettia voidaan pitää luotettavana negatiivisten emootiovasteiden mittarina. Zygomatic major- lihaksen aktiviteettiin positiivisten emootioiden mittarina tulee kuitenkin suhtautua pienellä varauksella. Jos käytetty ärsyke on emotionaalisesti vain lievästi positiivinen, ei zygomatic major- lihaksen aktiviteetissa välttämättä havaita muutoksia /52/. Toisaalta erittäin negatiivinen ärsyke saattaa

aiheuttaa irvistyksen kasvoilla, joka johtaa kasvuun zygomatic major- lihaksen aktiviteetissa /34/.

Ravajan /52/ mukaan myös useissa muissa tutkimuksissa (esim. /32,53/) on todistettu ihon sähkönjohtavuuden soveltuvan virittävyyden mittariksi mediatutkimuksessa. Oletetusti korkean virittävyyden mediaviestit (kuten innostavat televisio- ja radiomainokset, suurelta näytöltä katsotut videot) ovat johtaneet korkeampaan ihon sähkönjohtavuuteen kuin oletetusti virittävyydeltään matalat mediaviestit.

Ihon sähkönjohtavuuden kasvu ei välttämättä liity kiihtymyksen kasvuun positiivisessa mielessä. Myös hermostuminen ja turhautuminen voivat nostaa virittävyyttä negatiivisessa mielessä, mikä näkyy ihon sähkönjohtavuuden kasvuna. Ward ja Marsden /70/ tutkivat koehenkilöiden ihon sähkönjohtavuuden muutoksia heidän käyttäessään eri tavoin suunniteltuja www-sivuja. Koehenkilöiden ihon sähkönjohtavuus oli selvästi korkeammalla tasolla silloin, kun he selasivat tarkoituksella hankalakäyttöiseksi suunniteltuja www-sivuja. Hyvin suunniteltujen www-sivujen kohdalla ihon sähkönjohtavuus pysyi koko ajan matalalla tasolla.

4.4.3 Tutkimuksia kuormittavuuden mittaamisesta psykofysiologisilla menetelmillä

Sykevaihtelua ja silmien räpytystiheyttä on sovellettu psyykkisen kuormittavuuden mittaamiseen monissa tutkimuksissa. De Waard /6/ sovelsi sykevaihtelua autoilijan psyykkisen kuormittuneisuuden mittaamiseen. Tutkimustuloksista oli nähtävissä, että sydämen sykevaihtelu laski merkittävästi silloin, kun ajo-olosuhteet muuttuivat hankalammiksi ja vaativat näin ollen enemmän keskittymistä kuljettajalta. Veltman ja Gaillard /68/ tutkivat lentäjien psyykkistä kuormittuneisuutta lentosimulaattorin avulla. Sykevaihtelu laski merkittävästi lentotehtävän vaikeutuessa kertoen kasvaneesta kuormittavuudesta. Fournier, Wilson ja Swain /11/ tutkivat yhden tai useamman samanaikaisesti suoritettavan tehtävän kuormittavuutta. Tuloksista oli nähtävissä, että sykevaihtelu oli merkittävästi vähäisempää usean samanaikaisesti suoritettavan tehtävän aikana, mikä kertoo suuremmasta kuormittavuudesta.

Mediatutkimuksessa sykevaihtelun soveltuvuudesta kuormittavuuden mittariksi on saatu myös ristiriitaisia tuloksia. Penttilä /48/ tutki erilaisten näyttöasetelmien kuormittavuutta. Hänninen /17/ taas selvitti näyttöpinta-alan ja resoluution vaikutuksia lukemisen kuormittavuuteen. Molemmissa tutkimuksissa kyseenalaistettiin sykevaihtelun luotettavuus kuormittavuuden mittarina.

Silmien räpytystiheys vaihtelee suoritettavan tehtävän mukaan. DiDomenicon /9/ mukaan silmien räpytystiheyttä on sovellettu useissa tutkimuksissa psyykkisen kuormittavuuden

arvioimiseen. Tutkimusten perusteella silmän räpytysten välinen aika kasvaa kuormittavuuden kasvaessa. Näin ollen siis lisääntynyt kuormittavuus laskee räpytystiheyttä.

Fournierin, Wilsonin ja Swainin /11/ tutkimuksessa ilmeni merkittävä ero silmien räpytystiheydessä niin, että yhden tehtävän suorittamisen aikana räpytystiheys oli selvästi suurempi kuin usean samanaikaisen tehtävän aikana. Veltmanin ja Gaillardin /68/ tutkimuksessa osoitettiin lentotehtävän vaikeutumisesta aiheutuneen kuormittavuuden kasvun pidentävän silmän räpytysten välistä aikaa. Myös Hänninen /17/ käytti tutkimuksessaan silmien räpytystiheyttä psyykkisen kuormittavuuden mittaamiseen. Tutkimuksen perusteella asetelmat, joissa näytöllä oli enemmän tekstiä näkyvissä kerralla, olivat kuormittavampia.

5 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on painotuotteille soveltuvan, psykofysiologisiin mittauksiin perustuvan käyttökokeuslaboratorion kehittäminen. Tutkimukseen valittiin joukko kehon signaaleja, joita mittaamalla pyritään selvittämään erilaisten painotuotemuuttujien vaikutusta painotuotteen lukemisen miellyttävyyteen, virittävyys ja kuormittavuuteen. Tutkimuksessa pyritään löytämään vastaus seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitkä painotuotemuuttujat vaikuttavat käyttäjän käyttökokeemukseen ja miten vaikutus ilmenee?
2. Korreloivatko psykofysiologisten mittausten tulokset subjektiivisten mittaustuloksien kanssa?
3. Soveltuvatko muissa medioissa käytetyt psykofysiologiset käyttökokeuksen mittaamenetelmät myös painotuotteelle?
4. Voidaanko saatujen tulosten perusteella tehdä luotettavia ennusteita uuden painotuotekonseptin vaikutuksesta käyttökokeemukseen?

Ensimmäistä tutkimuskysymystä tarkennettiin kirjallisuuden avulla ja pyrittiin etsimään miellyttävyyteen ja kuormittavuuteen vaikuttavia muuttujia. Tutkimuksessa tarkasteltaviksi painotuotemuuttujiksi valittiin värillisyyys, kuvien käyttö ja palstanleveys. Painotuotemuuttujien valintaa perustellaan tarkemmin luvussa 6.2.1. Tutkimuksen kokeellisessa osassa pyritään selvittämään, vaikuttavatko kyseiset muuttujat painotuotteen käyttökokeemukseen ja miten vaikutus on havaittavissa koehenkilöiden kuormittuneisuudessa ja emotiovasteissa.

Toisen tutkimuskysymyksen mukaisesti tutkimuksessa tarkastellaan psykofysiologisten mittausten luotettavuutta kuormittavuuden ja emotioiden määrityksessä. Tätä tutkitaan vertaamalla psykofysiologisia mittaustuloksia koehenkilöiltä saatuu subjektiiviseen palautteeseen ja selvittämällä, kuinka hyvin eri menetelmillä saadut tulokset korreloivat keskenään. Aiemmissa tutkimuksissa on huomattu, että psykofysiologiset ja subjektiiviset mittaustulokset korreloivat keskenään.

Tutkimuksessa käytettävien psykofysiologisten mittausten on todettu soveltuvan mittaamaan käyttäjän tunnetiloja ja kuormittuneisuutta erilaisten viestintävälineiden (esim. televisio- ja radiomainokset, www-sivut) käytön yhteydessä. Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, soveltuvatko nämä mittaukset myös painotuotteen käyttökokeuksen tutkimiseen.

Lisäksi tutkimuksessa selvitetään, esiintyykö mittaustuloksissa niin merkittäviä eroja painotuotemuuttujien eri tasojen välillä, että niiden perusteella voitaisiin tehdä luotettavia ennusteita erilaisten painotuotekonseptien vaikutuksesta ihmisten käyttökokeemukseen. Jos

lukijan reaktioita tiettyyn muutokseen painotuotteessa voidaan mitata laboratorio-oloissa, tulee mahdolliseksi ennustaa ihmisten suhtautuminen uuteen painotuotekonseptiin etukäteen.

5.2 Kokeiden suorittaminen

5.2.1 Painotuotemuuttujien valinta

Painotuotteen käyttökokemuksen tutkiminen rajattiin käsittelemään emootioita ja kuormittavuutta. Näin ollen kokeisiin pyrittiin valitsemaan sellaisia painotuotemuuttujia, jotka kirjallisuuden perusteella kyseisiin asioihin vaikuttaisivat. Kirjallisuuden ja aiempien tutkimusten perusteella sivujen värillisuus ja kuvien käyttö tekstin lisänä vaikuttavat emootioihin. Garcian /14/ mukaan värilliset sivut koetaan mustavalkoisia sivuja miellyttävämmäksi. Kuvat tekstin lisänä taas havainnollistavat ja elävöittävät tekstiä ja saavat lukijan kiinnostumaan tekstistä /36/. Palstanleveys valittiin muuttujaksi, koska sen oletettiin vaikuttavan lukemisen kuormittavuuteen. Palstanleveys on tärkeä tekijä lukurytmin kannalta, sillä luettaessa liian pitkiä rivejä on oikean kohdan löytäminen seuraavalta riviltä hankalaa. Jos palstat ovat sopivan levyisiä, onnistuu lukeminen ilman häiriöitä ja väsymystä /12/. Tutkimukseen valitut painotuotemuuttujat ovat siten värillisuus, kuva-teksti-määräsuhde ja palstanleveys.

Kyseisten muuttujien valintaan vaikutti myös se, että niitä käyttämällä painotuotenäytteet oli suhteellisen helppo valmistaa, sillä näytteinä pystyttiin käyttämään yksittäisiä aukeamia. Esimerkiksi painotuotteen fyysisen koon käyttäminen muuttujana olisi tuottanut huomattavia hankaluuksia näytteiden valmistukseen.

Eri muuttujille määriteltiin kaksi tai kolme tasoa. Värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen tutkittiin kahdella sanomalehtinäytteellä, joista toinen oli mustavalkoinen ja toinen värillinen. Kuva-teksti-määräsuhteen kohdalla muuttujalla oli kolme tasoa: ei lainkaan kuvia, kaksi kuvaa ja neljä kuvaa. Näytteiden tekstiosuudet olivat silti yhtä pitkiä. Palstanleveyden tapauksessa A4-koon sivu oli jaettu yhteen, kahteen tai kolmeen palstaan.

5.2.2 Materiaalien valinta ja testimateriaalin valmistus

Tutkimuksessa käytetyt testimateriaalit olivat sanomalehti- ja aikakauslehtityypisiä aukeamia. Materiaalit taitettiin itse Adobe InDesign- ohjelmalla. Pienennetyt kuvat testimateriaaleista löytyvät liitteestä 1. Testimateriaalien sisällöt ovat peräisin oikeista lehdistä. Jokaista painotuotemuuttujaa kohti valittiin valenssi-virittävyys-tasoltaan hieman erityyppisiä artikkeleita seuraavalla tavalla:

- Värillisyyys – miellyttävyydeltään neutraaleja ja virittävyydeltään matalia artikkeleita
- Kuva-teksti-määräsuhde – miellyttävyydeltään negatiivisia ja virittävyydeltään korkeita artikkeleita
- Palstanleveys – miellyttävyydeltään neutraaleja tai hieman positiivisia ja virittävyydeltään neutraaleja artikkeleita

Värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen tutkittiin sanomalehtiaukeamalla, johon valitut artikkelit olivat uutisarvoltaan matalia ja miellyttävyydeltään neutraaleja uutisia. Tämän tyyppiset artikkelit valittiin siksi, että aukeamat pyrittiin tekemään sanomalehden ”kotimaan uutisten” kaltaisiksi sivuiksi. Uutiset olivat peräisin Hämeen Sanomien verkkolehdestä. Tutkittaessa kuva-teksti-määräsuhteen vaikutusta käyttökokemukseen materiaalina käytettiin Valituista Paloista kopioituja artikkeleita, jotka taitettiin aikakausilehtimäiseen muotoon. Kun muuttujana oli palstanleveys, materiaalina oli aikakausilehtimäiseen muotoon taitettuja artikkeleita Tieteen Kuvalehdestä. Taulukossa 1 on esitetty eri painotuotemuuttujat ja muuttujien tasot.

Taulukko 1. Kokeellisen osan painotuotemuuttujat

Muuttuja	Lehden tyyppi	Muuttujien tasot
Värillisyyys	Sanomalehti	Värillinen / mustavalkoinen
Kuva-teksti-määräsuhde	Aikakausilehti	Ei kuvia / 2 kuvaa / 4 kuvaa
Palstanleveys	Aikakausilehti	1 palsta / 2 palsta / 3 palsta

Materiaaleiksi valittiin erityyppisiä artikkeleita siksi, että koehenkilöt eivät väsyisi niin helposti lukiessaan samanlaisia artikkeleita koko testin ajan. Vaihtelemalla artikkeleiden sisältöjä niiden miellyttävyyden ja virittävyyden osalta pyrittiin siis säilyttämään koehenkilöiden mielenkiinto artikkeleiden lukemiseen. Artikkelit valittiin yhden muuttujan kohdalla aina samasta lehdestä siksi, että tällöin artikkelit olivat tyyliltään ja vaikeustasoltaan mahdollisimman samanlaisia. Tällä tavoin pyrittiin minimoimaan artikkeleiden sisällön vaikutusta koehenkilöiden mielipiteisiin.

Lehdistä valittiin ensin itse tietty joukko erityyppisiä artikkeleita, jonka jälkeen ne annettiin luettavaksi yhdeksälle koehenkilölle. Koehenkilöt arvostelivat artikkeleiden sisällöt miellyttävyyden ja virittävyyden kannalta SAM-asteikkoa /41/ käyttäen. Tämän jälkeen artikkelit sijoitettiin valenssi-virittävyys-koordinaatistoon. Artikkelien sijoittuminen valenssi-virittävyys-koordinaatistoon on esitetty liitteessä 2. Lopullisiin kokeisiin valittiin artikkelit, joiden sisällöt oli arvosteltu lähimmäksi toisiaan kyseisessä koordinaatistossa. Tämän menetelmän avulla pyrittiin siis eliminoimaan artikkeleiden sisällön vaikutus käyttökokemukseen siten, että yhden muuttujan vaikutusta arvioitaessa artikkelien sisällöt ovat valenssi-virittävyys- arvoiltaan mahdollisimman lähellä toisiaan. Värillisyyys-muuttujan kohdalla koehenkilöt lukivat neljä artikkelia, joista lopullisiin kokeisiin valittiin kaksi, kuva-

teksti-määräsuhteen kohdalla kuusi, joista valittiin kolme ja palstanleveyden kohdalla yhdeksän, joista valittiin kuusi.

5.2.3 Tutkimusmenetelmien valinta

Tutkimuksessa käytettyjen psykofysiologisten mittausmenetelmien valinta perustui aiempiin muilla medioilla tehtyihin tutkimuksiin, joissa kyseisiä menetelmiä on käytetty menestyksekkäästi. Menetelmiä ei tietävästi ole aiemmin käytetty painotuotteen käyttökokemuksen tutkimiseen. Yksi tutkimuksen tavoitteista onkin selvittää kyseisten menetelmien soveltuvuutta tutkimukseen, jonka kohteena on painotuote. Aiempia tutkimuksia on käyty tarkemmin läpi luvussa 5.4.2.

Aiempien tutkimusten perusteella otsan corrugator supercilii- lihaksen ja posken zygomatic major- lihaksen aktivaatioilla on yhteys subjektiivisten testien perusteella saatuihin valenssiarvosteluihin (esim. /5,34/). Tässä tutkimuksessa tutkitaan edellä mainittujen kahden lihaksen aktivaatioita luettaessa painotuotenäytteitä. Corrugator supercilii- lihaksen supistuminen viittaa epämiellyttävään tuntemukseen ja zygomatic major- lihaksen supistuminen miellyttävään tuntemukseen.

Ihon sähkönjohtavuuden on todettu kasvavan virittävyyden lisääntyessä (ihmisen kiihtyessä) (esim. /34,70/). Sykevaihtelua on käytetty psyykkisen kuormittavuuden mittarina, sillä sykevaihtelun on huomattu kasvavan kuormittavuuden vähentyessä (esim. /6,68/). Myös silmien räpytystiheyttä on käytetty kuormittavuuden mittaamisessa, sillä räpytystiheyden on todettu laskevan kuormittavuuden kasvaessa (esim. /11,68/).

Psykofysiologisten tutkimusten yhteydessä on usein käytetty subjektiivisia mittauksia antamassa täydentävää tietoa psykofysiologisille mittauksille. Subjektiivisten mittausten on myös havaittu korreloivan psykofysiologisten mittausten kanssa (esim. /34/). Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään psykofysiologisten mittausten soveltuvuutta painotuotteen käyttökokemuksen mittaamiseen tarkastelemalla, korreloivatko psykofysiologiset mittaustulokset subjektiivisten mittaustulosten kanssa vai esiintyykö mittaustulosten välillä eroja. Subjektiiviset mittaukset soveltuvat hyvin psykofysiologisten mittausten vertailukohdaksi, mitä on perusteltu sillä, että koehenkilöt pystyvät itse kuvaamaan parhaiten omia tunnetilojaan.

Psyykkisen kuormittavuuden mittaamiseen valittiin SMEQ- menetelmä. SMEQ soveltui tähän tutkimukseen, sillä se kuvaa henkilön itse kokemaa kuormittavuutta eikä sitä työkuormaa, jonka henkilö olettaa tehtävän suorittamisen vaatineen häneltä (esim. TLX) /19/. Koehenkilöiden suorittamat tehtävät sisälsivät ainoastaan artikkeleiden lukemista paperilta, joten kuormittavuuden jakamista eri osatekijöihin TLX- menetelmän mukaisesti (esim. fyysinen vaativuus) ei koettu tarpeelliseksi. SMEQ- menetelmän valintaan vaikutti myös se,

että SMEQ on todella nopea ja helppo toteuttaa. Esim. TLX- menetelmän toteutus vaatii koehenkilöiltä huomattavasti enemmän vaivannäköä, mikä pidentäisi yhden henkilön testaamiseen kuluvaan aikaan entisestään.

SAM valittiin subjektiiviseksi emotiovasteiden mittausmenetelmäksi, koska se mahdollistaa tunnetilan nopean kuvaamisen kahden perusolotilavuuden avulla (valenssi ja virittävyys). SAM- asteikkoa on myös käytetty monissa tutkimuksissa (esim. /34,62/) menestyksekkäästi emotioiden subjektiiviseen arvioimiseen. SAM- menetelmän toteutus on semanttista differentiaalia helpompaa johtuen SAM:in valmiista mitta-asteikosta.

SMEQ- ja SAM- menetelmien lisäksi tutkimuksessa käytettiin Ranking-vertailua mittaamaan kuormittavuutta ja miellyttävyyttä. Ranking-vertailu valittiin tutkimukseen, jotta SMEQ- ja SAM- menetelmien tuloksia voitaisiin verrata jollain toisella menetelmällä saatuihin tuloksiin. Ranking-vertailua voidaan pitää hyvänä vertailukohtana, sillä johtuen sen yksinkertaisuudesta virheitä aiheutuu erittäin vähän.

Edellä mainittujen subjektiivisten mittausmenetelmien lisäksi koehenkilöitä pyydettiin vastaamaan miellyttävyyteen ja kuormittavuuteen liittyviin avoimiin kysymyksiin. Tämän tarkoituksena selvittää, mitkä tekijät koehenkilöiden mielestä vaikuttavat lukemisen miellyttävyyteen ja kuormittavuuteen, ja saada näin tukea mittaustulosten analysoinnille. Liitteessä 3 on annettu esimerkki tutkimuksessa käytetystä kysymyslomakkeesta.

5.2.4 Mittalaitteet

EMG- ja ihon sähkönjohtavuusmittaukset suoritettiin Thought Technology Ltd:n Procomp Infinity- järjestelmällä. Kyseessä on 8-kanavainen Windows-pohjainen psykofysiologisen biopalauteen monitorointijärjestelmä. Järjestelmä sisältää kooderin, joka mahdollistaa kahdeksan signaalin samanaikaisen monitoroinnin reaaliajassa. Koehenkilöihin kiinnitetyt sensorit välittävät psykofysiologiset signaalit tietokoneelle kooderin kautta. Kooderi näytteistää tulevat signaalit, digitoi, koodaa ja lähettää aineiston TT-USB- liitäntäyksikölle. Tiedonsiirtoon käytetään valokaapelia. TT-USB- liitäntäyksikkö on liitetty tietokoneen USB-porttiin. Liitäntäyksikkö saa mittausaineiston kooderilta optisessa muodossa ja muuntaa sen tietokoneohjelmiston ymmärtämään muotoon. /3/

EMG:n mittaamiseen käytetään Myoscan Pro- sensoreita. Sensorit sisältävät positiivisen ja negatiivisen elektrodin sekä maadoituselektrodin. Signaali mitataan positiivisen ja negatiivisen elektrodin väliltä. Maadoituselektrodi toimii tarkistuspisteenä ja sitä käytetään suodattamaan pois kaikkien kolmen elektrodin poimima sähkökohina. Ennen mittauksia EMG- sensorien pinnalle levitetään sähköä johtavaa geeliä. Sensorit kiinnitetään kasvoihin teipin avulla. Ennen kiinnitystä sensorit ja se kohta ihosta, johon sensorit kiinnitetään, puhdistetaan desinfiointiaineella. /3/

EMG mittaa lihasten aktiviteettia havaitsemalla ja vahvistamalla pienet sähköimpulssit, jotka ilmenevät lihassyiden supistuessa. Kaikki sensorin mittausalueella olevat lihassytyt supistelevat eri tahtiin, joten sensorin havaitsema signaali on jatkuvasti vaihtuva potentiaali ero positiivisen ja negatiivisen elektrodin välillä. Lihassupistuksen aikaansaamiseen käytettävien lihassyiden määrä riippuu voimasta, joka tarvitaan tietyn liikkeen aikaansaamiseksi. Tästä johtuen sensorin havaitseman signaalin intensiteetti on verrannollinen lihassupistuksen voimakkuuteen. /3/

EMG:n mittausyksikkö on mikrovolti (μV). Myoscan Pro- sensori pystyy mittaamaan signaalia välillä 0-1600 μV , mikä riittää hyvin kasvolihasten aktiviteetin mittaamiseen, sillä isotkin lihakset tuottavat korkeintaan 1600 μV :n lukemia. /3/

Ihon sähkönjohtavuuden mittaamiseen käytettiin SC-Flex/Pro- sensoria. Sensori sisältää kaksi elektrodia, jotka kiinnitetään saman käden etu- ja pikkusormeen. Elektrodeihin johdetaan pieni jännite, jonka jälkeen mitataan sähkönjohtokyky kahden elektrodin välillä. /3/

Elektrodit kiinnitetään tiukasti sormiin tarranauhan avulla, jotta elektrodin pinta on hyvin kosketuksessa sormenpään kanssa. Kiinnitys ei kuitenkaan saa haitata verenkiertoa. Sensorit ja sormet, joihin ne kiinnitetään, puhdistetaan desinfiointiaineella ennen mittauksia. SC-Flex/Pro- sensorin kanssa ei käytetä sähköä johtavaa geeliä. /3/

EMG- ja ihon sähkönjohtavuusmittauksiin liittyvän mittausaineiston tallentamiseen käytettiin Thought Technology Ltd:n BioGraph Infiniti- ohjelmistoa. Ohjelmisto mahdollistaa signaalien seurannan tietokoneen ruudulla reaaliajassa. Ohjelmiston avulla voidaan tallentaa mittausistunnon signaalin keskiarvo, keskihajonta sekä maksimi- että minimiarvot. Tämän lisäksi pystytään tallentamaan kuvaaja koko mittausistunnon signaalista. Ohjelmistossa on myös lukuisia muita ominaisuuksia, mutta edellä mainitut ominaisuudet olivat käytössä tässä tutkimuksessa.

Sykkeen ja sykevaihtelun mittaamiseen käytettiin Polar S810i- sykemittaria. Sykemittari sisältää lähettimen ja rannevastaanottimen. Lähetin kiinnitetään kiinnitysvyön avulla rintakehän ympärille. Lähetin mittaa sykkeen ja lähettää sen rannevastaanottimelle. Rannevastaanotin asetettiin tallentamaan sykkeen peräkkäisten R-piikkien väliset ajat millisekunneina. Tulokset siirrettiin rannevastaanottimelta tietokoneelle infrapunavastaanotinta käyttäen. Tulosten tallentamiseen käytettiin Polar Precision Performance- ohjelmistoa, jonka avulla sykeväliaineisto tallennettiin tekstitiedostoiksi. Varsinainen mittaustulosten analysointi suoritettiin Kuopion yliopiston Sovelletun fysiikan laitoksen kehittämällä HRV Analysis- ohjelmistolla, jonka avulla tekstitiedostoksi tallennetusta sykeväliaineistosta saatiin poimittua keskimääräinen syke sekä sykevaihtelun kokonaismäärä LF-alueella.

Silmien räpytystiheyden mittaamiseksi koetilanteet kuvattiin web-kameralla, jolloin räpytysten määrä pystyttiin laskemaan kuvatuista videoista testin jälkeen. Testitilanteiden kuvaamiseen käytettiin Philips ToUcam Pro- web-kameraa. Kamerassa käytettiin kuvataajuutta 20 fps ja resoluutiota 320 x 240 pikseliä. Kuvataajuus valittiin mahdollisimman alhaiseksi, jotta videotiedostojen koko ei tulisi liian suureksi. Valittu kuvataajuus oli riittävä, sillä silmien räpytykset pystyttiin laskemaan videoista ongelmitta. Kamera kiinnitettiin pöydän reunaan koehenkilöiden eteen. Kokeissa käytetyt mittalaitteet on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Kokeissa käytetyt mittalaitteet: web-kamera (vasemmalla), EMG- ja ihon sähkönsäätösensorit (keskellä) ja sykemittarin lähetin ja rannevastaanotin (oikealla).

5.2.5 Koehenkilöt ja koetila

Kokeisiin osallistui 15 koehenkilöä, joista osa oli Viestintätekniikan laboratorion työntekijöitä ja osa laboratorion ulkopuolisia henkilöitä. Koehenkilöt olivat iältään 21-32-vuotiaita (keski-ikä 25,7 vuotta) ja heistä kymmenen oli miehiä ja viisi naisia. Koehenkilöiksi ei ollut tarpeellista valita taustaltaan (esim. koulutukseltaan) samanlaisia henkilöitä, sillä testimateriaaleiksi valittiin sellaisia artikkeleita, jotka eivät edellytä aiempaa tietämystä artikkeleiden käsittelemistä aiheista.

Kokeet järjestettiin Viestintätekniikan laboratoriossa sijaitsevassa huoneessa, jossa oli loisteputkivalaistus. Koetta suoritettaessa koehenkilöillä ei ollut näköyhteyttä ikkunoihin, millä pyrittiin eliminoimaan ulkoisten ärsykkeiden vaikutus mittaustuloksiin. Koehenkilöt istuivat tuolilla pöydän ääressä ja lukivat pöydälle asetettuja painotuotenäytteitä. Koeasetelmalla pyrittiin simuloimaan esim. kotona aamiaispöydässä tapahtuvaa lehtien lukemista.

5.2.6 Kokeiden kulku

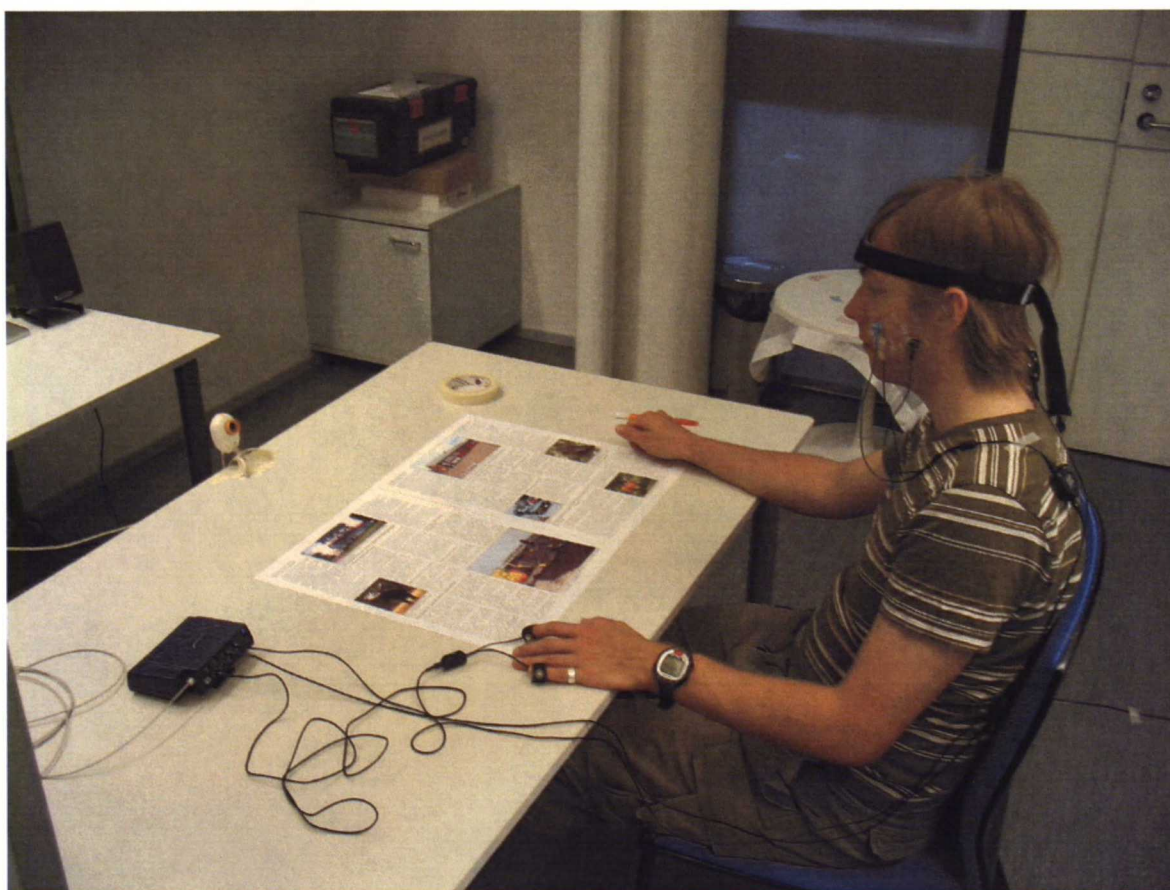
Kokeiden suunnittelussa käytettiin apuna Gomollin ja Nicolin /15/ ohjeita käyttäjätestien suorittamiseen. Ennen varsinaisten kokeiden alkua koehenkilöille kerrottiin hieman tutkimuksen taustoista sekä kokeiden suorittamisesta. Mittalaitteet esiteltiin koehenkilöille ja kerrottiin, mitä niillä tullaan mittaamaan. Samalla selitettiin, minkä takia mittaustilanne videoidaan. Mittalaitteiden esittely koettiin tarpeelliseksi, sillä käytettävät laitteet olivat koehenkilöille tuntemattomia. Esittelyllä pyrittiin näin ollen tekemään koetilanteesta hieman miellyttävämpi. Koehenkilöt käyttivät itse sykemittarin rannevastaanotinta, joten tässä vaiheessa heitä opastettiin rannevastaanottimen käytössä.

Seuraavaksi kiinnitettiin mittalaitteet koehenkilöön. Sykemittari kiinnitettiin koehenkilön rinnan ympärille, EMG-sensorit otsaan ja poskeen ja ihon sähkönjohtavuuden mittaukseen käytettävät sensorit toisen käden etu- ja pikkusormeen. Oikeakätisillä koehenkilöillä sensorit kiinnitettiin vasempaan käteen ja vasenkätisillä oikeaan käteen, jolloin koehenkilön hallitseva käsi jäi vapaaksi kirjoittamista ja sivujen kääntämistä varten. Sykemittarin rannevastaanotin kiinnitettiin samaan käteen ihon sähkönjohtavuus- sensoreiden kanssa.

Ensimmäinen varsinainen mittaus oli ns. lepotilamittaus, jossa mitattiin n. 5 minuutin mittainen jakso koehenkilön ollessa lepotilassa. Lepotilamittauksessa koehenkilöt istuivat samalla paikalla, jossa varsinaiset mittaukset myöhemmin tehtiin. Heitä pyydettiin olemaan mahdollisimman rentona, olemaan puhumatta ja pitämään silmät auki (jotta silmien räpytykset pystytään laskemaan videolta). Lepotilamittauksessa mitattiin koehenkilöiden kasvolihasten aktiviteetti, ihon sähkönjohtavuus, sykevaihtelu ja silmien räpytystiheys.

Kun lepotilamittausten tulokset oli saatu talteen, aloitettiin varsinaiset kokeet. Painotuotenäyte asetettiin pöydälle koehenkilön eteen selkäpuoli ylöspäin. Tämän jälkeen käynnistettiin videokamera sekä EMG- ja ihon sähkönjohtavuusmittaukset. Koehenkilö käynnisti sykemittauksen rannevastaanottimesta kokeen järjestäjän käskystä. Sitten koehenkilöä pyydettiin avaamaan lehden aukeama ja lukemaan tietty artikkeli. Mittaukset pysäytettiin koehenkilön ilmoitettua lukeneensa artikkelin. Luettuaan artikkelin koehenkilö vastasi kysymyslomakkeeseen kyseisen artikkelin miellyttävyyttä, virittävyttä (SAM) ja kuormittavuutta (SMEQ) koskeviin kysymyksiin. Koehenkilöille ei etukäteen selvennetty SAM- ja SMEQ- asteikkoja, vaan ohjeet kysymyslomakkeen täyttämiseen olivat kirjallisena

kunkin kysymyksen ohessa. Tämän jälkeen koehenkilölle annettiin seuraava painotuotenäyte ja meneteltiin jälleen edellä mainitulla tavalla. Kun koehenkilö oli lukenut kaikki samaan painotuotemuuttujaan liittyvät näytteet, hän asetti näytteet paremmuusjärjestykseen Ranking-vertailua käyttäen. Tässä yhteydessä koehenkilölle näytettiin pienet kuvat eri näytteistä, jotta hän muistaisi paremmin, missä järjestyksessä näytteet luettiin. Lopuksi koehenkilö vastasi kahteen avoimeen kysymykseen, joissa hän kertoi, mitkä asiat hänen mielestään vaikuttivat lukemisen miellyttävyyteen ja kuormittavuuteen. Kun koehenkilö sai lomakkeen täytettyä, siirryttiin seuraavaan painotuotemuuttujaan liittyviin näytteisiin ja toimittiin samalla tavalla kuin edellä. Luettavia painotuotenäytteitä oli yhteensä kahdeksan kappaletta. Yhden näytteen lukemiseen kului aikaa 2-7 minuuttia, luettavan artikkelin pituudesta ja koehenkilön lukunopeudesta riippuen. Kokonaisuudessaan testitilaisuus kesti yhden koehenkilön kohdalla reilun tunnin. Koejärjestely on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Kuva koejärjestelyistä.

5.3 Tulosten analysointi

EMG- ja ihon sähkönjohtavuussignaaleja pystyttiin seuraamaan tietokoneen ruudulta reaaliajassa käyttäjätietojen aikana. Samaan aikaan ruudulla oli näkyvissä myös videokuva koehenkilöstä. Tällä tavoin pystyttiin kokeiden suorittamisen aikana seuraamaan, tapahtuuko signaaleissa jotain ei-toivottuja muutoksia. Tällaisia muutoksia olivat esim. äkilliset piikit EMG- signaaleissa, jotka aiheutuivat koehenkilön haukotuksista, kasvojen raapimisesta tai sensoreiden irtoamisesta. Kokeen jälkeen ei-toivotut muutokset pystyttiin karsimaan pois signaaleista BioGraph Infinity- ohjelmiston avulla.

Seuraavaksi signaaleista laskettiin keskiarvot BioGraph Infinity- ohjelmiston avulla. Johtuen ihmisen kehon reaktioiden yksilökohtaisista eroista, mittausten absoluuttiset arvot erosivat huomattavasti koehenkilöiden välillä, eikä arvojen vertaaminen suoraan koehenkilöiden välillä ollut järkevää. Siksi arvoista laskettiin ensin muutos lepotilan arvoihin nähden kunkin koehenkilön kohdalla erikseen. Muutokset muutettiin vielä prosenteiksi, jolloin saatiin vertailukelpoisempia tuloksia. Kun kaikille koehenkilöille oli saatu laskettua signaalien keskiarvojen prosentuaaliset muutokset lepotilamittauksiin nähden, laskettiin kyseisistä muutoksista keskiarvot ja keskihajonnat.

Tämän jälkeen muutosten keskiarvoista piirrettiin painotuotemuuttujittain pylväsdiagrammit havainnollistamaan lehtien välisiä eroja. Erojen tilastollista merkitsevyyttä tutkittiin Microsoft Excel-ohjelman avulla suorittamalla kahden otoksen t-testi, jossa oletetaan otosten varianssit erisuuriksi. T-testillä siis verrataan kahden otoksen otoskeskiarvoja toisiinsa ja tutkitaan eroavatko keskiarvot toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Testissä käytettiin yleisesti käytettävää 95%:n luottamusväliä, jolloin tilastollisen merkitsevyyden rajana on $P=0,05$. /30/

Testeissä nollahypoteesina on se, että eri lehtien välillä ei ole eroa. Jos t-testin P-arvo alittaa arvon 0,05, nollahypoteesi hylätään ja vaihtoehtoinen hypoteesi astuu voimaan. Tässä tapauksessa vaihtoehtoinen hypoteesi on se, että lehtien välillä on tilastollisesti merkitsevä ero. Jos P-arvo on korkeampi kuin 0,05, nollahypoteesi jää voimaan. /30/

Objektiivisten ja subjektiivisten mittaustulosten riippuvuutta toisistaan tutkittiin korrelaatioanalyysin avulla. Korrelaatioanalyysi suoritettiin Microsoft Excel-ohjelmalla käyttämällä sen regressioanalyysi- ominaisuutta. Kyseinen työkalu tutkii kahden lukujoukon riippuvuutta toisistaan. Emootiovasteiden kohdalla tutkittiin EMG- mittausten ja subjektiivisten miellyttävyysmittausten sekä ihon sähkönjohtavuuden ja subjektiivisten virittävyysmittausten riippuvuutta toisistaan. Kuormittavuuden kohdalla tutkittiin psykofysiologisten kuormittavuusmittausten (sykevaihtelu ja räpytystiheys) ja subjektiivisten kuormittavuusmittausten välistä riippuvuutta. Ohjelman antamista arvoista kirjattiin ylös korrelaatiokerroin ja P-arvo.

Korrelaatiokerroin on lineaarista riippuvuutta kuvaava tunnusluku. Korrelaatiokerroin on aina välillä $[-1, 1]$. Sen merkin mukaan puhutaan positiivisesta tai negatiivisesta korrelaatiosta. Mitä lähempänä arvoa $+1$ korrelaatiokertoimen arvo on, sitä vahvempaa on ominaisuuksien esiintyminen yhdessä siten, että toisen muuttujan arvon kasvaessa myös toisen muuttujan arvo kasvaa. Jos korrelaatiokertoimen arvo on lähellä arvoa -1 , on kyseessä vahva negatiivinen korrelaatio, jolloin toisen muuttujan arvon kasvaessa toisen muuttujan arvo pienenee. Jos kerroin on lähellä arvoa 0 , ei muuttujien välillä ole lineaarista riippuvuutta. Vahva korrelaatio tarkoittaa siis ominaisuuksien välistä riippuvuutta. Tästä ei kuitenkaan voida päätellä, että ominaisuuksien välillä olisi ns. kausaalisuhde eli että toinen olisi välttämättä toisen syy. Kyse on vain siitä, että ominaisuudet käyttäytyvät samansuuntaisesti. /30/

Korrelaatiokertoimen havaitun merkitsevyystason eli p-arvon avulla voidaan arvioida kertoimen tilastollista merkitsevyyttä. Tällöin siis selvitetään, eroaako perusjoukon kahden muuttujan välinen korrelaatiokerroin nolasta tilastollisesti merkitsevästi. P-arvo kertoo siitä, kuinka todennäköistä riippuvuus on. Jos P-arvo on alle $0,05$ voidaan riippuvuuden sanoa olevan tilastollisesti merkitsevää. /30/

6 MITTAUSTULOKSET

Kokeellisessa osassa suoritettut mittaukset ja koejärjestelyt onnistuivat kokonaisuudessaan hyvin. Mittalaitteissa ei ilmennyt minkäänlaisia ongelmia kokeiden suorittamisen aikana ja mittausaineisto saatiin tallennettua ongelmitta. Koehenkilöt osasivat käyttää sykemittarin rannevastaanotinta hyvin ja silmien räpytykset pystyttiin laskemaan kuvatuista videoista helposti. Ainoana ongelmana oli EMG- sensoreiden kiinnittäminen koehenkilöiden kasvoihin, mikä oli aluksi hankalaa. Harjoittelun jälkeen sensorit saatiin kuitenkin pysymään koehenkilöiden kasvoissa suhteellisen hyvin. Muiden sensoreiden kiinnityksessä ei ilmennyt ongelmia. Vaikka kokeet kestivät yhden koehenkilön kohdalla yli tunnin, eivät koehenkilöt kokeneet testitilannetta liian pitkäksi ja rasittavaksi.

Tässä luvussa esitettävät mittaustulokset on jaoteltu käytettyjen painotuotemuuttujien perusteella. Ensin käsitellään värillisyyden, seuraavaksi kuvien käytön ja lopuksi palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen. Kunkin muuttujan kohdalla esitetään ensin psykofysiologiset ja subjektiiviset mittaustulokset sekä tutkitaan tulosten tilastollista merkitsevyyttä kahden otoksen t-testin avulla. Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin arvoa 0,05. Tämän jälkeen tutkittiin psykofysiologisten ja subjektiivisten mittausten välistä korrelaatiota. Tulosten käsittelyn ohessa perehdyttiin myös koehenkilöiden avoimiin kysymyksiin antamiin vastauksiin, jotka löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 4. Psykofysiologisten mittausten tulokset keskihajontoineen löytyvät liitteestä 5 ja subjektiivisten mittausten tulokset keskihajontoineen liitteestä 6.

Liitteen 5 psykofysiologisten mittausten tuloksista nähdään, että keskimääräisen sykkeen muutokset eri painotuotemuuttujien välillä ovat lähes olemattomat. Kun muuttujina olivat kuvien määrä ja palstanleveys, sykkeen keskimääräinen prosentuaalinen muutos lepotilaan nähden on ollut pääasiassa alle yhden prosentin suuruista. Koehenkilöiden syke on siis pysynyt lepotilan tasolla myös lehtiä lukiessa. Värillisyyds-muuttujan tapauksessa syke on hieman noussut lepotilaan nähden, mutta ero mustavalkoisen ja värillisen sanomalehden välillä on todella pieni. Koska keskimääräisen sykkeen mittaustuloksista nähtiin jo ilman tilastollisia analyysejä, että painotuotemuuttujien välille ei syntynyt merkittäviä eroja, jätettiin syke varsinaisten tulosten analysoinnin ulkopuolelle.

6.1 Yleistä tuloksista

Reaktiot ihmisen kehossa vaihtelevat yksilökohtaisesti, mikä oli nähtävissä suurina eroina psykofysiologisten mittaustulosten absoluuttisissa arvoissa koehenkilöiden välillä. Tätä on havainnollistettu taulukossa 2, jossa on esitetty koehenkilöiden lepotilamittausten tulosten absoluuttisten arvojen keskiarvot sekä lepotilamittausten korkeimmat ja matalimmat arvot.

Taulukko 2. Lepotilamittausten tulosten absoluuttisten arvojen keskiarvot sekä korkeimmat ja matalimmat arvot

	Keskiarvo	Korkein arvo	Matalin arvo
EMG-Otsa (μV)	5,88	14,2	2,26
EMG-Poski (μV)	2,92	7,26	1,36
Ihon sähkönjohtavuus (μS)	4,7	11,52	1,3
Sykevaihtelu (ms^2)	2983,79	7557	743
Räpytystiheys (räpytys/min)	15,69	44,33	3,75

Taulukosta 2 nähdään, että erot koehenkilöiden välillä olivat todella suuret. Esimerkiksi ihon sähkönjohtavuuden absoluuttiset arvot lepotilassa ylittivät joidenkin koehenkilöiden kohdalla jopa arvon $10 \mu S$, mutta toisten koehenkilöiden arvot olivat välillä $1-2 \mu S$. Suuret erot absoluuttisissa arvoissa koehenkilöiden välillä johtavat siihen, että absoluuttisten arvojen vertaaminen suoraan koehenkilöiden välillä ei ole järkevää. Siksi arvoista laskettiin ensin prosentuaalinen muutos lepotilan arvoihin nähden kunkin koehenkilön kohdalla erikseen.

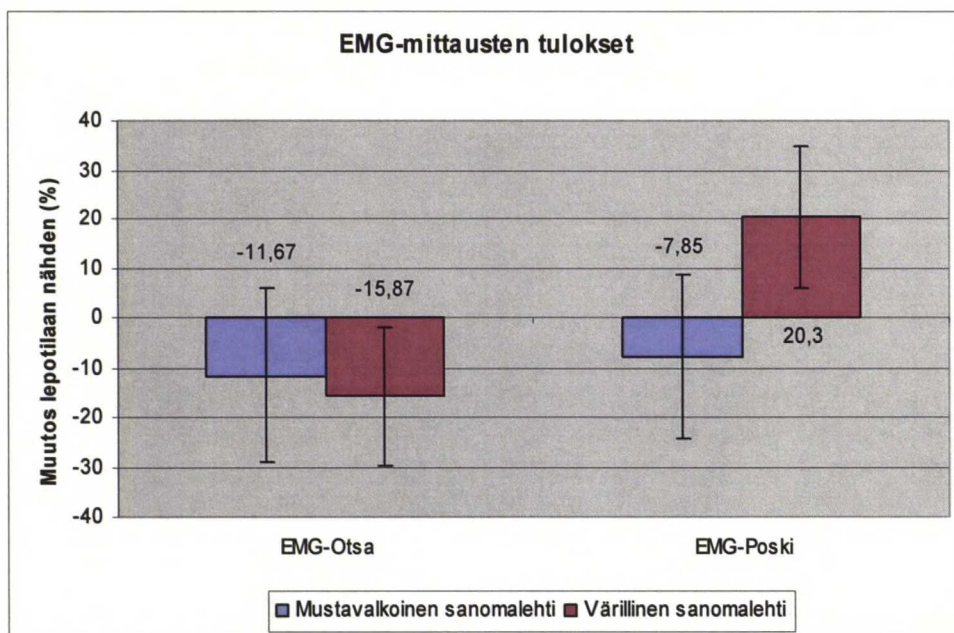
Kaikki seuraavaksi esitettävät psykofysiologisten mittausten tulokset ovat keskimääräisiä prosentuaalisia muutoksia lepotilaan nähden. EMG- mittaukset kuvaavat miellyttävyyttä. Otsan corrugator supercilii- lihaksen kohdalla negatiivisempi arvo kuvaa suurempaa miellyttävyyttä, sillä kyseisen lihaksen aktivaatio liitetään epämiellyttävään tuntemukseen. Posken zygomatic major- lihaksen kohdalla taas positiivisempi arvo kuvaa suurempaa miellyttävyyttä. Ihon sähkönjohtavuuden suurempi positiivinen arvo kertoo korkeammasta virittävyydestä, sillä ihmisen kiihtyessä myös ihon sähkönjohtavuus kasvaa. Sykevaihtelun ja räpytystiheyden tapauksissa negatiivisempi arvo kertoo suuremmasta kuormittavuudesta, sillä sekä sykevaihtelu että räpytystiheys laskevat kuormittavuuden kasvaessa.

SAM- asteikolla suoritettujen miellyttävyys- ja virittävyydsmittausten tulokset ovat keskiarvoja koehenkilöiden antamista arvosanoista. Suurempi arvosana kertoo korkeammasta miellyttävyydestä ja korkeammasta virittävyydestä. Vastaavasti SMEQ- kuormittavuuden arvosana on sitä suurempi, mitä kuormittavammaksi lehden lukeminen arvioitiin. Ranking-vertailujen tulokset ovat luvussa 5.3.3 esitetyllä kaavalla 2 laskettuja laatuarvosanoja. Pienempi laatuarvosana kertoo korkeammasta miellyttävyydestä ja korkeammasta kuormittavuudesta.

6.2 Värillisyyys

6.2.1 EMG

Värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen tutkittiin kahdella sanomalehtinäytteellä, joista toinen oli mustavalkoinen ja toinen värillinen. Kuvassa 13 on esitetty otsan corrugator supercilii- lihaksen (EMG-Otsa) ja posken zygomatic major- lihaksen (EMG-Poski) aktivaatiota kuvaavien EMG-mittausten tulokset.



Kuva 13. EMG- mittausten tulokset tutkittaessa värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen

Kuvasta 13 nähdään, että otsan corrugator supercilii- lihaksen aktiviteetin perusteella ei syntynyt kovinkaan suurta eroa mustavalkoisen ja värillisen lehden välille. Värillisen lehden kohdalla muutos lepotilaan nähden oli hieman mustavalkoista lehteä negatiivisempaa, mikä kertoo siitä, että värillisen lehden lukeminen oli hieman miellyttävämpää. Ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä ($P=0.359$).

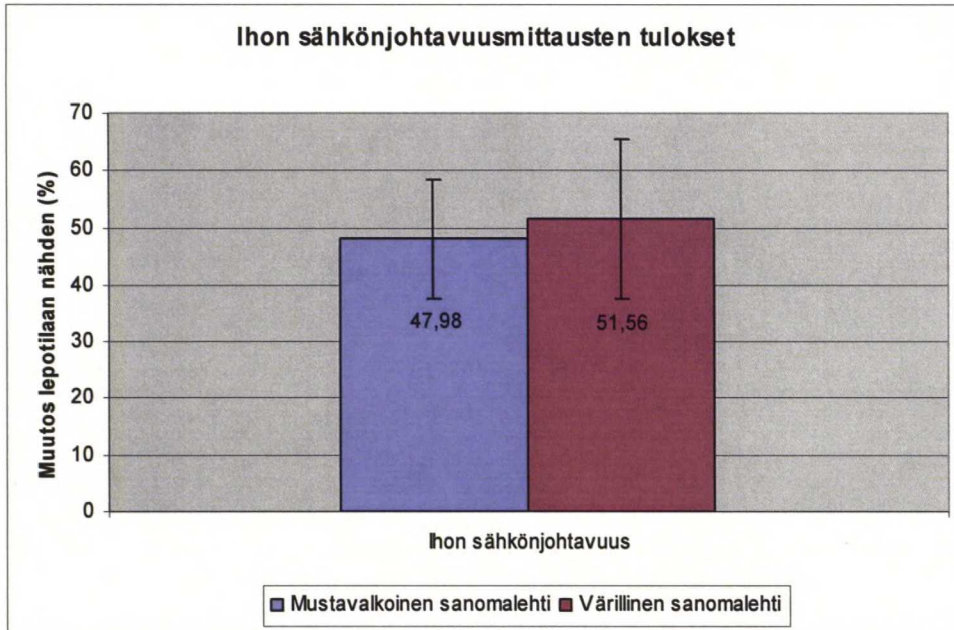
Posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetissa nähdään selkeämpi ero mustavalkoisen ja värillisen lehden välillä. Värillisen lehden kohdalla muutos lepotilaan nähden oli selvästi mustavalkoista lehteä positiivisempaa, mikä kertoo siitä, että värillisen lehden lukeminen on ollut miellyttävämpää. Tässä tapauksessa ero oli todella lähellä tilastollisen merkitsevyyden rajaa ($P=0.07$).

Kuvaan piirretyistä virherajoista nähdään, että tulosten keskihajonnat olivat todella suuria, mikä osittain selittää sitä, että tilastollisen merkitsevyyden rajaa ei saavutettu. Suuret keskihajonnat johtuvat suurista eroista mittaustuloksissa koehenkilöiden välillä. Pienimmillään mitattujen lihasten aktiviteetin muutos lepotilaan nähden oli vain muutaman prosentin luokkaa, mutta joidenkin koehenkilöiden tapauksessa muutos oli reilusti yli 50 prosenttia.

6.2.2 Ihon sähkönjohtavuus

Kuvassa 14 on esitetty ihon sähkönjohtavuusmittausten tulokset. Kuvasta nähdään, että erot ihon sähkönjohtavuusmittausten tuloksissa ovat todella pienet mustavalkoisen ja värillisen

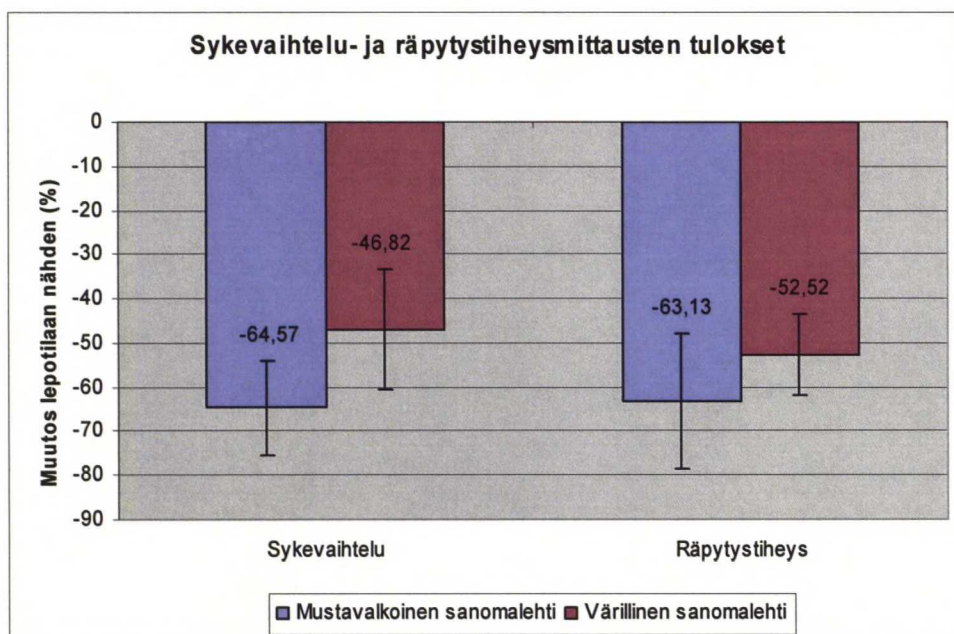
lehden välillä. Värillisen lehden kohdalla ihon sähkönjohtavuuden kasvu lepotilaan nähden on ollut hieman suurempaa kuin mustavalkoisen lehden kohdalla. Tämä kertoo siitä, että värillisen lehden lukeminen on aiheuttanut hieman mustavalkoista lehteä korkeamman vireystilan. Ero lehtien välillä ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä ($P=0.356$).



Kuva 14. Ihon sähkönjohtavuusmittausten tulokset tutkittaessa värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen

6.2.3 Sykevaihtelu ja räpytystiheys

Kuvassa 15 on esitetty sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten tulokset. Kuvan perusteella sykevaihtelu on ollut vähäisempää mustavalkoisen sanomalehden tapauksessa. Näin ollen mustavalkoisen lehden lukeminen on ollut värillistä lehteä kuormittavampaa. Tämä ero on aivan tilastollisen merkitsevyyden rajan tuntumassa ($P=0.051$). Vastaavanlainen tulos saavutettiin myös räpytystiheysmittauksella. Mustavalkoisen lehden kohdalla räpytystiheys on pienentynyt lepotilaan nähden värillistä lehteä enemmän, mikä siis kertoo siitä, että mustavalkoisen lehden lukeminen on ollut kuormittavampaa. Räpytystiheyden tapauksessa ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ($P=0.146$).

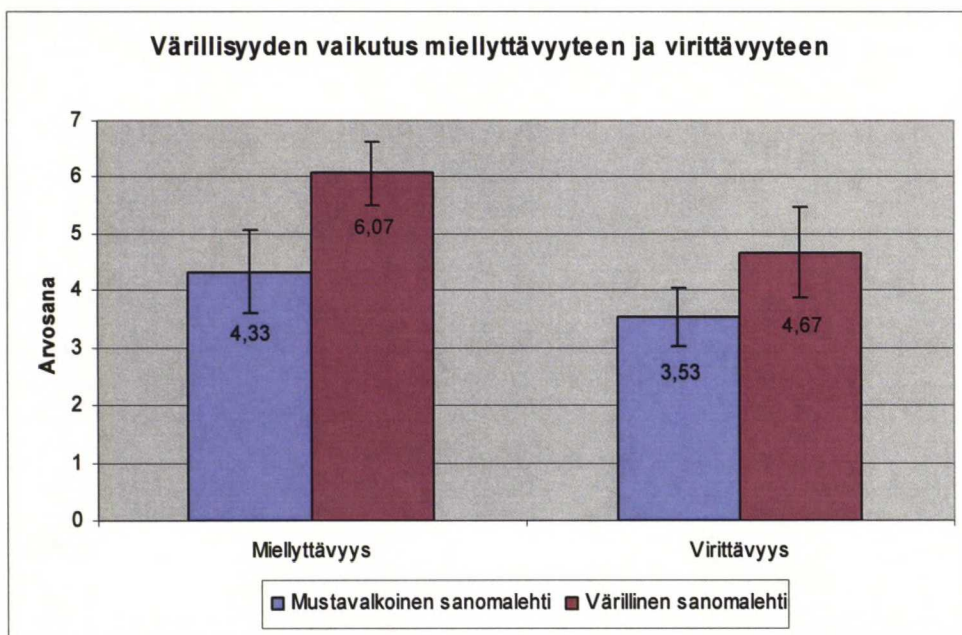


Kuva 15. Sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten tulokset tutkittaessa värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen

6.2.4 Subjektiiiviset mittaukset

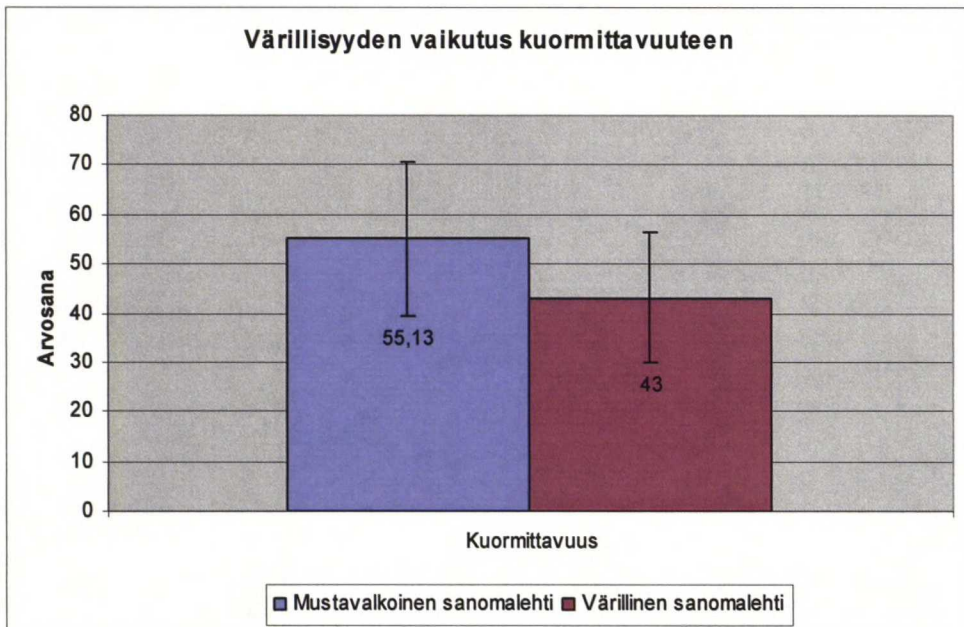
Kuvassa 16 on esitetty subjektiivisten SAM- asteikolla tehtyjen miellyttävyyden- ja virittävyydenmittausten tulokset. Kuvasta nähdään selvästi, että käyttäjät arvostelivat värillisen lehden mustavalkoisesta lehteä miellyttävämmäksi ja virittävämmäksi. Erot lehtien välillä ovat tilastollisesti merkitseviä sekä miellyttävyyden ($P=0.0004$) että virittävyyden ($P=0.017$) kohdalla.

Kysymyslomakkeen avoimilla kysymyksillä pyrittiin selvittämään tekijöitä, jotka koehenkilöiden mielestä vaikuttivat miellyttävyyteen ja kuormittavuuteen. Värillisyyden tapauksessa tulokset kertoivat siitä, että juuri lehden kuvien värillisuus lisäsi lukemisen miellyttävyyttä. Vastausten perusteella värikuvat tekivät sivuista valoisampia ja ne miellyttivät silmää mustavalkokuvia enemmän. Avoimien kysymysten vastaukset löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 4.



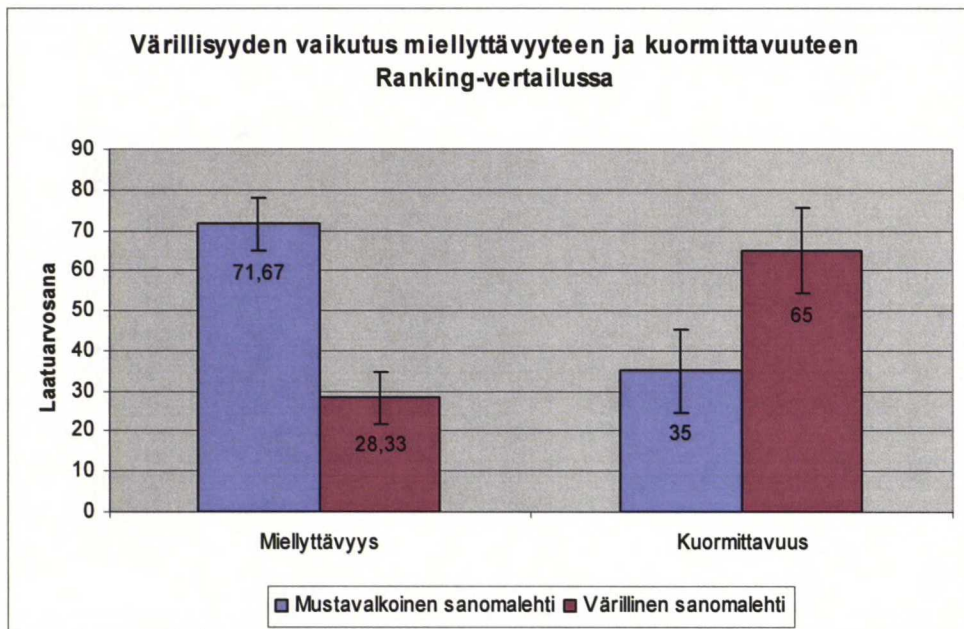
Kuva 16. Subjektiiivisten miellyttävyyden- ja virittävyysmittausten tulokset tutkittaessa värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen SAM- menetelmällä

Kuvassa 17 on esitetty subjektiivisten SMEQ- asteikolla tehtyjen kuormittavuusmittausten tulokset. Kuvan perusteella käyttäjät arvostelivat mustavalkoisen lehden lukemisen värillistä lehteä kuormittavammaksi. Tässä tapauksessa ero lehtien välillä ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä ($P=0.127$). Suurin osa koehenkilöistä arvosteli mustavalkoisen lehden lukemisen värillistä lehteä kuormittavammaksi, mutta myös päinvastaisia vastauksia ilmeni. Tätä voidaan selittää liitteen 4 avoimien kysymysten vastausten avulla. Joidenkin koehenkilöiden mielestä värikuvat vievät huomion pois tekstistä ja tekevät lukemisesta näin kuormittavampaa. Toisten mielestä taas mustavalkoiset kuvat häiritsivät keskittymistä värillisiä kuvia enemmän. Yksittäisiä mainintoja kuormittavuuteen vaikuttavista tekijöistä olivat mm. paperin kirkkaus, kappalejako ja väliotsikointi.



Kuva 17. Subjekttiivisten kuormittavuusmittausten tulokset tutkittaessa värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen SMEQ- menetelmällä

Kuvassa 18 on esitetty subjekttiivisten Ranking-vertailulla toteutettujen miellyttävyyden- ja kuormittavuusmittausten tulokset.



Kuva 18. Subjekttiivisten Ranking-vertailuilla toteutettujen miellyttävyyden- ja kuormittavuusmittausten tulokset tutkittaessa värillisyyden vaikutusta käyttökokemukseen

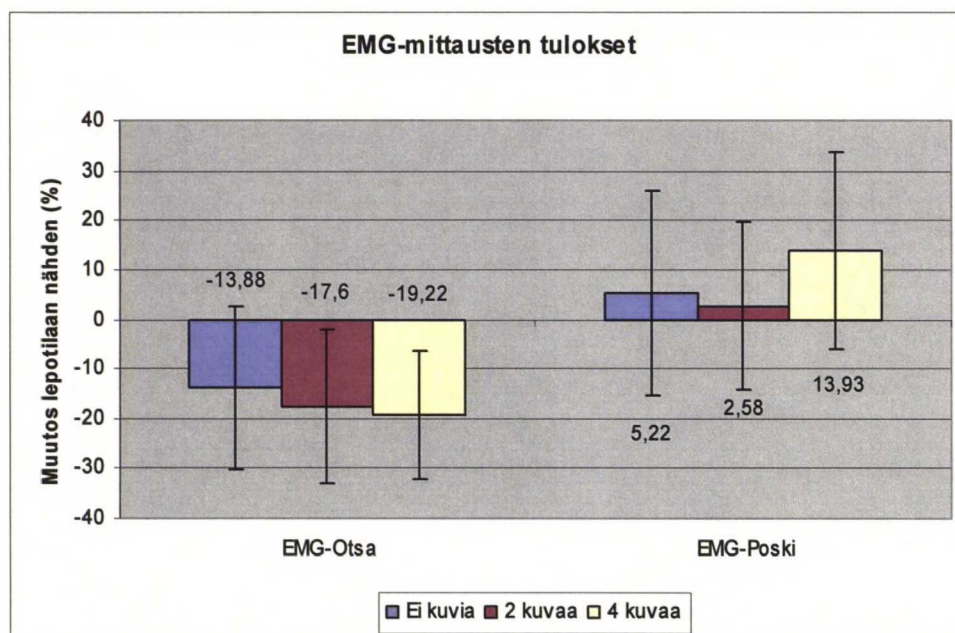
Kuvasta 18 nähdään, että käyttäjät arvostelivat Ranking-vertailussa värillisen sanomalehden värillistä sanomalehteä selvästi miellyttävämmäksi. Ero on myös tilastollisesti erittäin merkitsevä ($P=2.99 \cdot 10^{-10}$). Mustavalkoisen lehden lukeminen taas arvosteltiin värillisen lehden lukemista kuormittavammaksi. Myös kuormittavuuden kohdalla ero on tilastollisesti merkitsevä ($P=0.0002$).

6.3 Kuvien käyttö

Kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen tutkittiin kolmella aikakausilehtityyppisellä painotuotenäytteellä. Yhdessä näytteessä ei ollut kuvia lainkaan ja kahdessa muussa oli 2 tai 4 kuvaa. Näytteiden tekstiosuudet olivat silti yhtä pitkiä.

6.3.1 EMG

Kuvassa 19 on esitetty otsan corrugator supercilii- lihaksen (EMG-Otsa) ja posken zygomatic major- lihaksen (EMG-Poski) aktiviteettia kuvaavien EMG-mittausten tulokset.



Kuva 19. EMG-mittausten tulokset tutkittaessa kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen

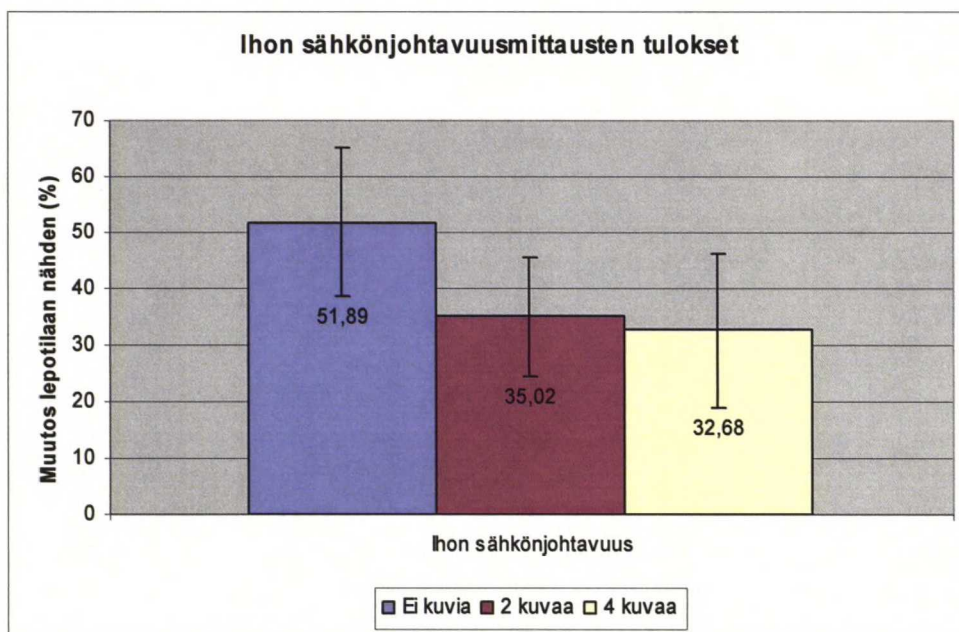
Kuvasta 19 nähdään, että otsan corrugator supercilii- lihaksen aktiviteetin muutoksissa ei ole suuria eroja lehtien välillä. Kuvassa nähtävien pienien erojen perusteella neljä kuvaa sisältänyt lehti oli miellyttävin lukea ja lehti, jossa ei ollut lainkaan kuvia, epämiellyttävin lukea. Kuvan virherajoista nähdään, että erot koehenkilöiden välillä olivat suuria, mikä näkyy suurina keskihajontoina. Tilastollista merkitsevyyttä tutkittiin tekemällä kahden otoksen t-testi

pareittain siten, että kaikkia lehtiä saatiin verrattua toisiinsa. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä yhdenkään parin kohdalla. T-testien P-arvot olivat seuraavat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.387$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.329$ ja $P(2 kuvaa vs. 4 kuvaa)=0.445$.

Posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetin muutoksissa on nähtävissä hieman suurempi ero etenkin neljä kuvaa sisältäneen lehden tapauksessa. Kuvan perusteella neljä kuvaa sisältänyt lehti oli miellyttävin lukea. Kahden muun lehden kohdalla erot ovat todella pieniä, kuitenkin niin, että kaksi kuvaa sisältänyt lehti oli epämiellyttävä lukea. Tässäkään tapauksessa erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. T-testien P-arvot olivat seuraavat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.432$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.330$ ja $P(2 kuvaa vs. 4 kuvaa)=0.271$.

6.3.2 Ihon sähkönjohtavuus

Kuvassa 20 on esitetty ihon sähkönjohtavuusmittausten tulokset.



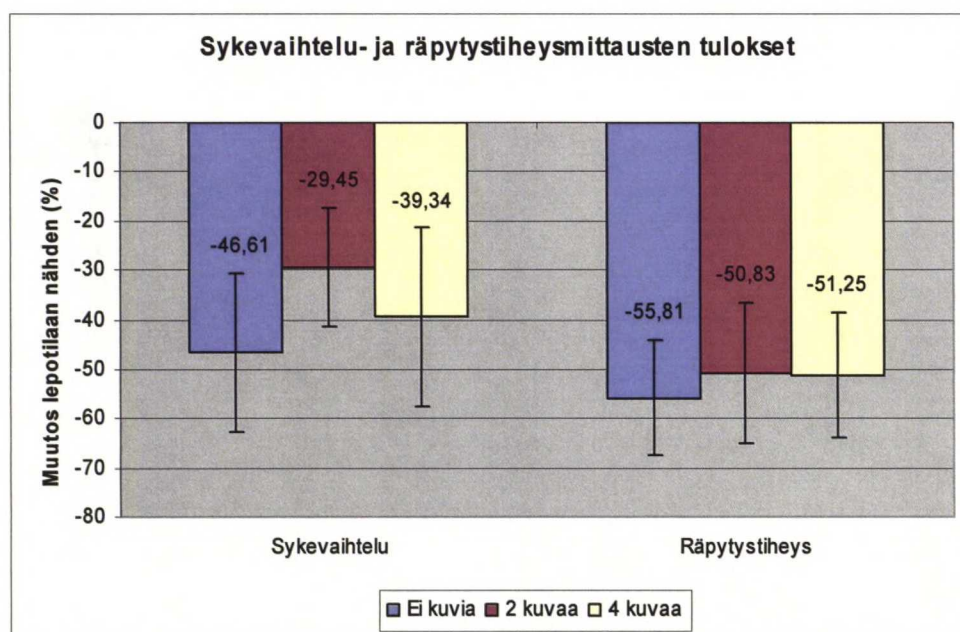
Kuva 20. Ihon sähkönjohtavuusmittausten tulokset tutkittaessa kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen

Kuvasta 20 nähdään, että kuvattoman lehden lukeminen on saanut aikaan suurimman kasvun ihon sähkönjohtavuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvattoman lehden lukeminen sai aikaan korkeimman vireystilan. Kaksi ja neljä kuvaa sisältäneiden lehtien väliset virittävyyserot ovat todella pienet. Kuvaton lehti eroaa kahdesta muusta lehdestä myös tilastollisesti merkitsevästi. Kaksi ja neljä kuvaa sisältäneiden lehtien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. T-testien P-arvot olivat seuraavat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.049$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.046$ ja $P(2 kuvaa vs. 4 kuvaa)=0.407$. Tämä tulos kertoisi siis siitä, että kuvattoman lehden

lukeminen saa aikaan korkeamman vireystilan riippumatta siitä, kuinka paljon kuvia kuvallisissa lehdissä käytetään. Tämä saattaa johtua siitä, että artikkeleiden sisältö on vaikuttanut virittävyysvaikutukseen vaikka sisällön vaikutus pyrittiin eliminoimaan artikkelien valinnan yhteydessä. Tässä tapauksessa kuvattoman lehden sisältö olisi siis ollut muita lehtiä jännittävämpää tai muuten innostavampaa aiheuttaen kasvua ihon sähkönjohtavuudessa.

6.3.3 Sykevaihtelu ja räpytystiheys

Kuvassa 21 on esitetty sykevaihtelu- ja räpytystiheyksmittausten tulokset.



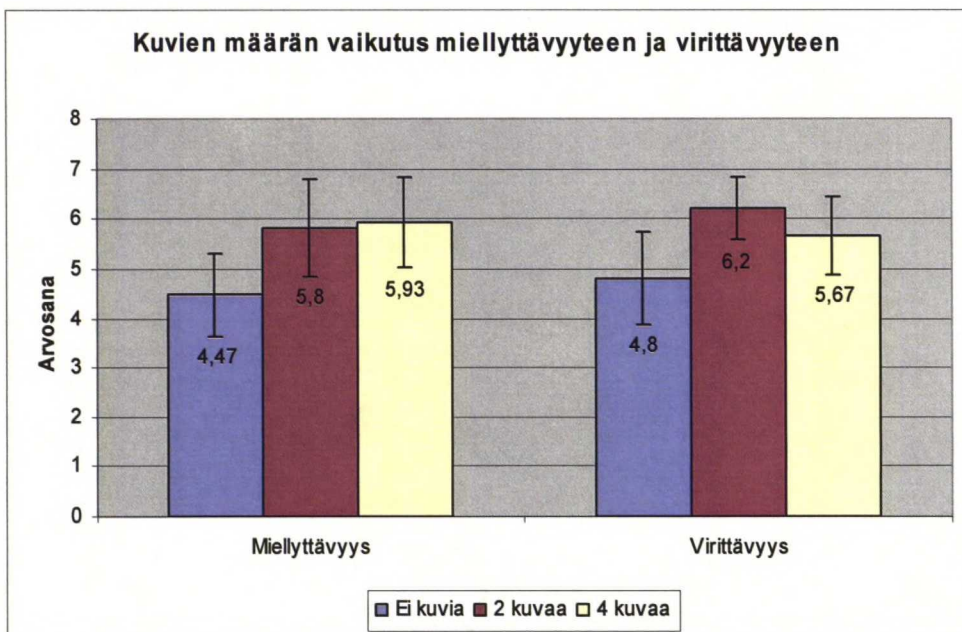
Kuva 21. Sykevaihtelu- ja räpytystiheyksmittausten tulokset tutkittaessa kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen

Sykevaihtelu- ja räpytystiheyksmittausten perusteella täysin kuvaton lehti on kuormittavin lukea, sillä kyseisen lehden kohdalla sekä sykevaihtelu että räpytystiheys on laskenut eniten lepotilaan nähden. Erot muihin lehtiin verrattuna ovat kuitenkin suhteellisen pieniä etenkin räpytystiheyksmittausten kohdalla. Sykevaihtelun perusteella kaksi kuvaa sisältänyt lehti on kuormittanut lukijoita kaikkein vähiten. Tätä voidaan selittää liitteen 4 avoimien kysymyksien avulla. Koehenkilöt ovat kokeneet kuvien puuttumisen kuormittavaksi tekijäksi. Tällöin lukeminen koettiin raskaaksi tekstin monotonisuuden vuoksi. Toisaalta osa koehenkilöistä oli sitä mieltä, että neljä kuvaa sisältänyt lehti oli myös kuormittava tekstin katkonaisuuden vuoksi. Tällöin katse harhaili kuvissa ja teki lukemisesta kuormittavampaa. Tuloksien keskihajonnat olivat myös tässä tapauksessa suuria eikä lehtien välille muodostunut tilastollisesti merkitseviä eroja. Sykevaihtelumittausten t-testien P-arvot olivat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.126$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.225$ ja $P(2 kuvaa vs. 4 kuvaa)=0.401$. Vastaavasti

räpytystiheysmittausten t-testien P-arvot olivat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.305$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.310$ ja $P(2 \text{ kuvaa vs. 4 kuvaa})=0.484$.

6.3.4 Subjektiiiset mittaukset

Kuvassa 22 on esitetty subjektiivisten SAM- asteikolla tehtyjen miellyttävyyss- ja virittävyyssmittausten tulokset. Koehenkilöt arvostelivat kuvattoman lehden selvästi kaksi ja neljä kuvaa sisältäneitä lehtiä epämiellyttävämmäksi. Kuvallisten lehtien välillä ei ole juurikaan eroa. Tulos kertoo siitä, että kuvien käyttö lehtiartikkelien yhteydessä on lukemisen miellyttävyyden kannalta tärkeä tekijä. Kokeen perusteella kuvien määrällä ei ole suurta merkitystä, kunhan niitä vain on tekstin lisänä. Miellyttävyyssmittausten t-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.027$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.014$ ja $P(2 \text{ kuvaa vs. 4 kuvaa})=0.423$. P-arvoista nähdään, että kuvaton lehti erosi miellyttävyydeltään kahdesta kuvallisesta lehdestä tilastollisesti merkitsevästi. Kahden kuvallisen lehden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.



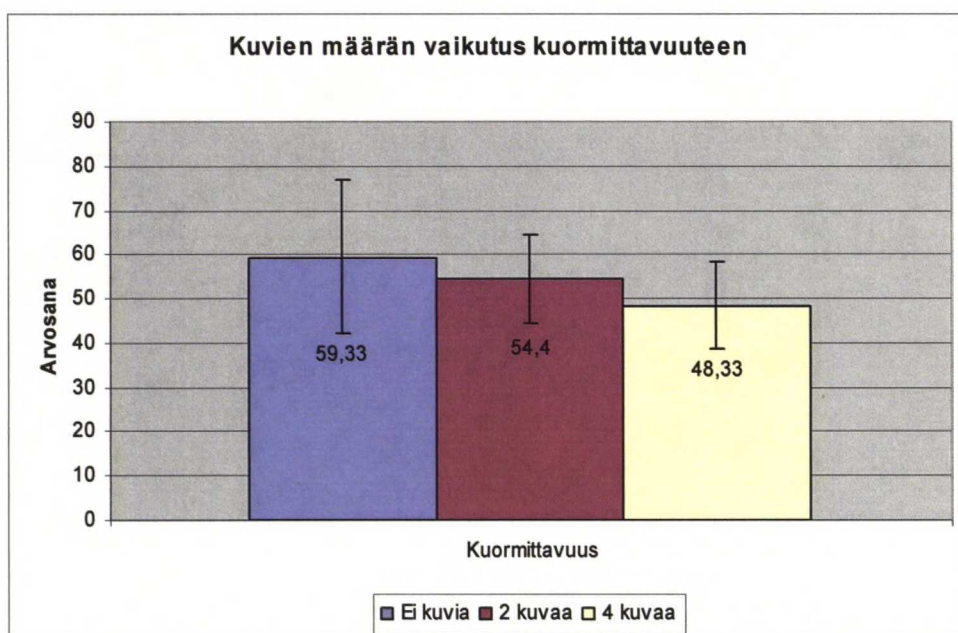
Kuva 22. Subjektiiivisten miellyttävyyss- ja virittävyyssmittausten tulokset tutkittaessa kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen SAM- menetelmällä

Kuvaton lehti arvosteltiin myös virittävyydeltään matalimmalle tasolle. Erona miellyttävyyssmittauksiin on se, että kaksi kuvaa sisältänyt lehti arvosteltiin virittävyydeltään korkeimmalle tasolle. Ero neljä kuvaa sisältäneeseen lehteen ei kuitenkaan ole kovin suuri. Virittävyyssmittausten t-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.010$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.085$ ja $P(2 \text{ kuvaa vs. 4 kuvaa})=0.151$. T-testien perusteella kuvaton lehti eroaa virittävyydeltään 2 kuvaa sisältäneestä lehdestä tilastollisesti merkitsevästi. Kuvattoman

lehden ero neljä kuvaa sisältäneeseen lehteen lähentelee myös tilastollisen merkitsevyyden rajaa. Kahden kuvallisen lehden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Merkityksettömiä eroja kahden kuvallisen lehden välillä voidaan perustella avoimien kysymysten vastausten avulla. Pääasiassa koehenkilöt kokivat kuvattoman lehden lukemisen epämiellyttäväksi. Suurin osa koehenkilöistä ei kuitenkaan maininnut eroja kahden kuvallisen lehden välillä. Osa koehenkilöistä piti kuvia hyvänä asiana, mutta olivat sitä mieltä, että neljä kuvaa sisältäneessä lehdessä oli jo liikaa kuvia ja arvostelivat näin ollen kaksi kuvaa sisältäneen lehden miellyttävämmäksi.

Kuvassa 23 on esitetty subjektiivisten SMEQ- asteikolla tehtyjen kuormittavuusmittausten tulokset. Kuvasta nähdään, että erot lehtien välillä ovat suhteellisen pieniä. Tuloksista nähdään kuitenkin, että koehenkilöt arvostelivat kuvattoman lehden lukemisen kaikkein kuormittavimmaksi ja neljä kuvaa sisältäneen lehden vähiten kuormittavaksi. Erot lehtien välillä ovat kuitenkin niin pieniä, että tilastollisen merkitsevyyden rajaa ei saavutettu. T-testien P-arvot olivat seuraavat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.317$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.145$ ja $P(2 \text{ kuvaa vs. 4 kuvaa})=0.204$.

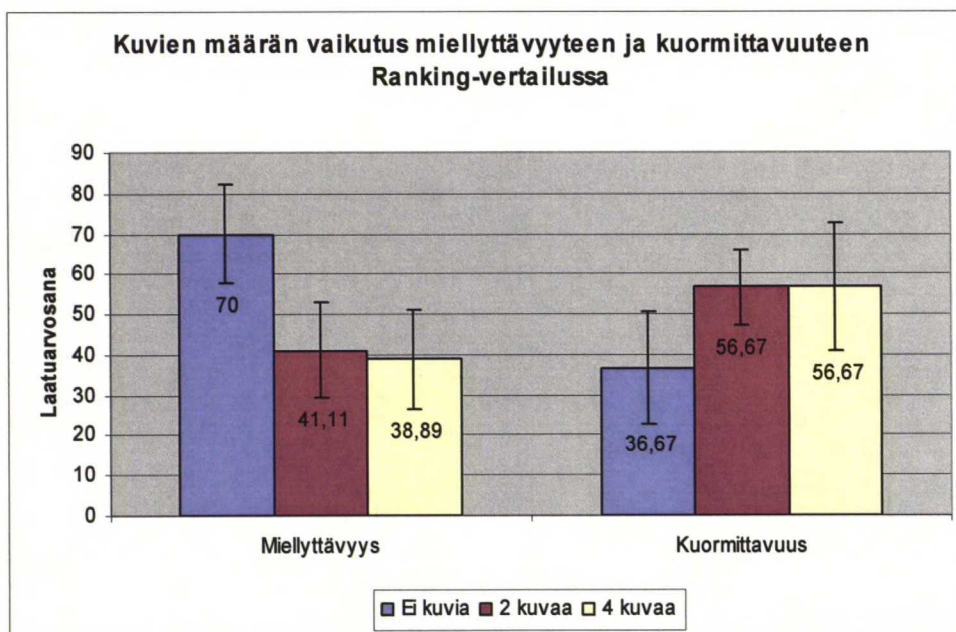


Kuva 23. Subjektiivisten kuormittavuusmittausten tulokset tutkittaessa kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen SMEQ- menetelmällä

Tarkasteltaessa liitteen 4 avoimien kysymyksien vastauksia, huomataan ristiriitaisia tuloksia koehenkilöiden välillä. Kuvien puute on usean koehenkilön mielestä lukemisen kuormittavuutta lisäävä tekijä. Toisaalta myös kuvien käytön kerrottiin lisäävän kuormittavuutta, sillä perusteella, että katse harhailee kuvissa ja tekee lukemisesta katkonaisempaa. Osa koehenkilöistä arvosteli kaksi kuvaa sisältäneen lehden vähiten kuormittavaksi. Tätä valintaa

perusteltiin sillä, että kuvatonta tekstiä on raskas lukea, mutta liika kuvien käyttö tekee lukemisesta liian katkonaista. Avoimien kysymysten vastausten perusteella on ymmärrettävää, että lehtien välille ei syntynyt tilastollisesti merkitseviä eroja lukemisen kuormittavuuden kannalta.

Kuvassa 24 on esitetty subjektiivisten Ranking-vertailulla toteutettujen miellyttävyys- ja kuormittavuusmittausten tulokset. Ranking-vertailussa käyttäjät arvoselivat kuvattoman lehden selvästi kahta kuvallista lehteä epämiellyttävämmäksi. Miellyttävyysmittausten t-testien P-arvot olivat seuraavat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.001$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.0008$ ja $P(2 \text{ kuvaa vs. 4 kuvaa})=0.400$. P-arvoista nähdään, että kuvaton lehti erosi miellyttävyydeltään kummastakin kuvallisesta lehdestä tilastollisesti merkitsevästi. Kaksi ja neljä kuvaa sisältäneiden lehtien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.



Kuva 24. Subjektiivisten Ranking-vertailuilla toteutettujen miellyttävyys- ja kuormittavuusmittausten tulokset tutkittaessa kuvien määrän vaikutusta käyttökokemukseen

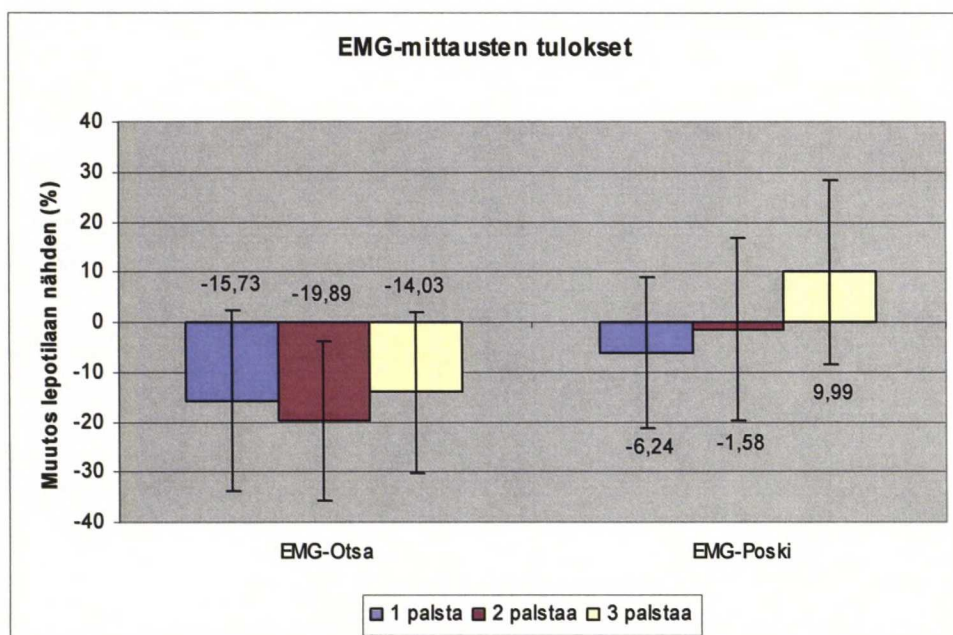
Kuormittavuuden Ranking-vertailun tuloksista nähdään, että kuvattoman lehden lukeminen arvosteltiin kuvallisten lehtien lukemista kuormittavammaksi. Kahden kuvallisen lehden välille ei muodostunut lainkaan eroa. Kuormittavuusmittausten t-testien P-arvot olivat seuraavat: $P(\text{Ei kuvia vs. 2 kuvaa})=0.014$, $P(\text{Ei kuvia vs. 4 kuvaa})=0.037$ ja $P(2 \text{ kuvaa vs. 4 kuvaa})=0.500$. Näin ollen kuvaton lehti erosi kuormittavuudeltaan kuvallisista lehdistä myös tilastollisesti merkitsevästi.

6.4 Palstanleveys

Palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen tutkittiin kolmella aikakausilehtityyppisellä painotuotenäytteellä. Näytteissä A4-koon sivu oli jaettu yhteen, kahteen ja kolmeen palstaan.

6.4.1 EMG

Kuvassa 25 on esitetty otsan corrugator supercilii- lihaksen (EMG-Otsa) ja posken zygomatic major- lihaksen (EMG-Poski) aktiviteettia kuvaavien EMG-mittausten tulokset.



Kuva 25. EMG-mittausten tulokset tutkittaessa palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen

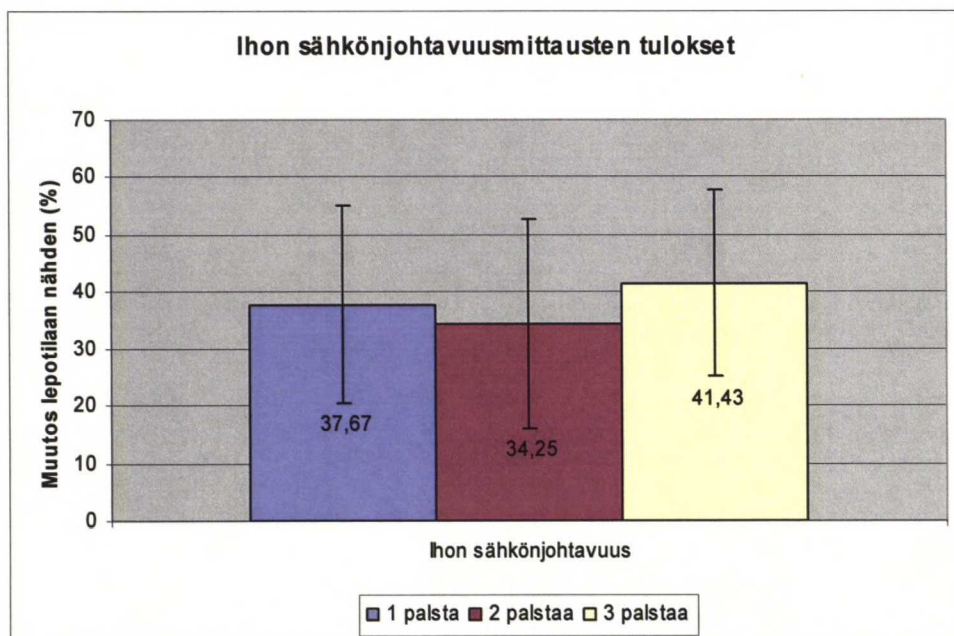
Kuvasta 25 nähdään, että otsan corrugator supercilii- lihaksen aktiviteetissa ei ilmennyt suuria eroja lehtien välillä. Kuvasta nähtävien pienten erojen perusteella kaksipalstaisen lehden lukeminen oli miellyttävintä ja kolmepalstaisen lehden lukeminen epämiellyttävintä. Tilastollista merkitsevyyttä tutkittiin tekemällä kahden otoksen t-testi pareittain siten, että kaikkia lehtiä saatiin verrattua toisiinsa. T-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.382$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.451$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.327$. P-arvoista nähdään, että erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetissa on nähtävissä hieman suurempia eroja lehtien välillä. Kolmepalstainen lehti oli yksi- ja kaksipalstaista lehteä miellyttävämpi lukea. Yksi- ja kaksipalstaisen lehden välinen ero on suhteellisen pieni, mutta yksipalstainen lehti näyttäisi olevan kaksipalstaista lehteä epämiellyttävämpi lukea. T-testeistä saaduista P-arvoista

nähdään, että erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.361$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.113$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.211$.

6.4.2 Ihon sähkönjohtavuus

Kuvassa 26 on esitetty ihon sähkönjohtavuusmittausten tulokset. Ihon sähkönjohtavuudessa ei ilmennyt suuria eroja eri lehtien välillä, mikä kertoo siitä, että palstanleveydellä ei ollut suurta vaikutusta virittävytyteen. Erot eivät myöskään olleet tilastollisesti merkitseviä, mikä on nähtävissä t-testien P-arvoista: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.411$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.397$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.315$.



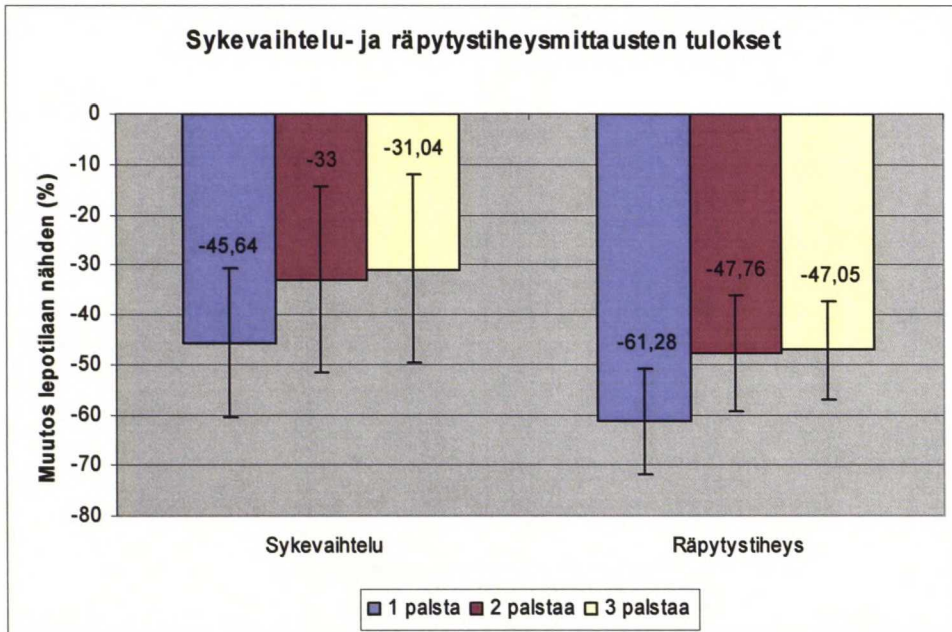
Kuva 26. Ihon sähkönjohtavuusmittausten tulokset tutkittaessa palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen

6.4.3 Sykevaihtelu ja räpytystiheys

Kuvassa 27 on esitetty sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten tulokset. Tulosten perusteella yksipalstaisen lehden lukeminen on ollut kaikkein kuormittavinta, sillä sekä sykevaihtelu että räpytystiheys laskivat kyseisen lehden kohdalla muita lehtiä enemmän. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä olevat erot ovat todella pieniä sekä sykevaihtelu- että räpytystiheysmittausten tapauksessa.

Sykevaihtelumittausten t-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.222$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.210$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.478$. Näin ollen erot lehtien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Räpytystiheysmittausten t-testeistä saatiin

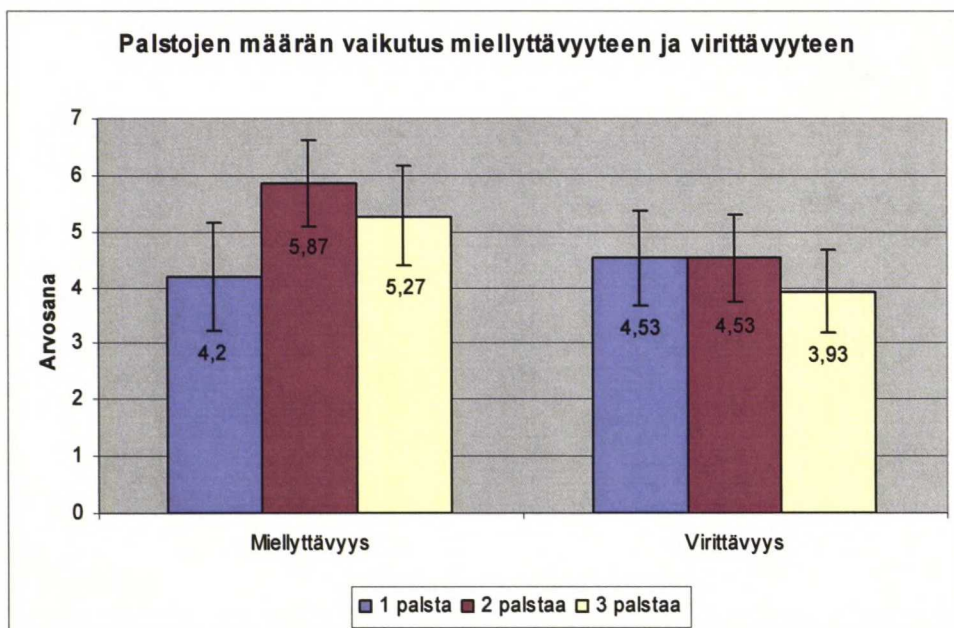
seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.064$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.043$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.466$. P-arvoista nähdään, että ero yksipalstaisen ja kolmepalstaisen lehden välillä on tilastollisesti merkitsevä. Myös ero yksipalstaisen ja kaksipalstaisen lehden välillä on lähes tilastollisesti merkitsevä. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.



Kuva 27. Sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten tulokset tutkittaessa palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen

6.4.4 Subjektiiiset mittaukset

Kuvassa 28 on esitetty subjektiivisten SAM- asteikolla tehtyjen miellyttävyys- ja virittävyysmittausten tulokset. Subjektiiivisten miellyttävyysmittausten perusteella koehenkilöt arvostelivat yksipalstaisen lehden lukemisen kaksi- ja kolmepalstaista lehteä epämiellyttävämmäksi. Kaksipalstaisen lehden lukeminen arvosteltiin hieman kolmepalstaista lehteä miellyttävämmäksi. Miellyttävyysmittausten t-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.006$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.060$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.162$. P-arvoista nähdään, että ero yksi- ja kaksipalstaisen lehden välillä oli tilastollisesti merkitsevä. Myös ero yksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä oli todella lähellä tilastollisen merkitsevyyden rajaa. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.



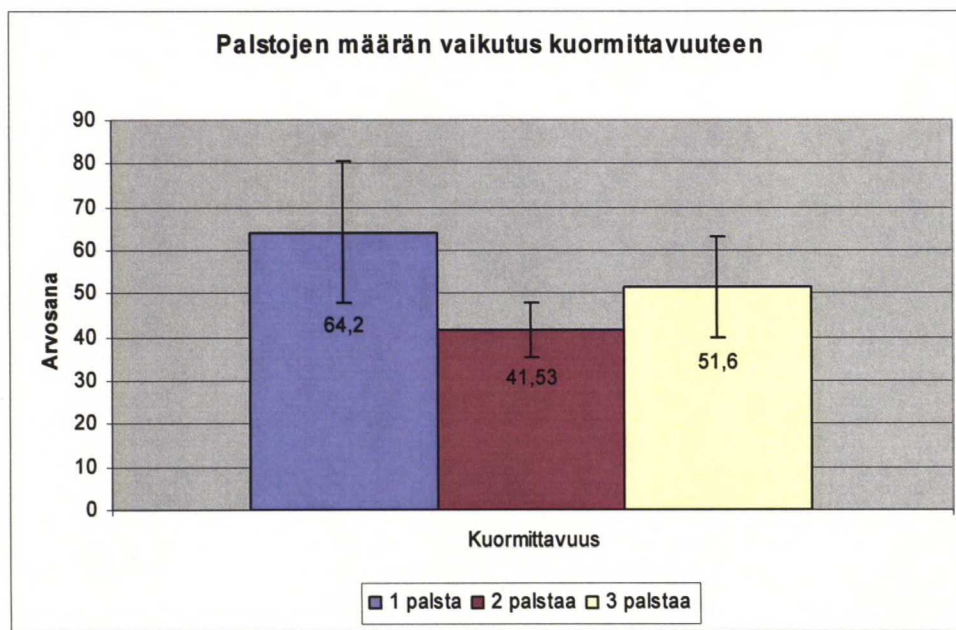
Kuva 28. Subjekttiivisten miellyttävyy- ja virittävyysmittausten tulokset tutkittaessa palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen SAM- menetelmällä

Tarkasteltaessa liitteen 4 avoimien kysymyksien vastauksia huomataan palstanleveyden aiheuttaneen hieman ristiriitaisia tuntemuksia koehenkilöissä. Suurin osa koehenkilöistä koki kapeamman palstan lukemisen leveää palsta miellyttävämmäksi, mikä tukee kuvan 28 miellyttävyyssmittausten tuloksia. Toisaalta osa koehenkilöistä arvosteli kaikkein leveimmän palstan miellyttävimmäksi. Kuvan 28 tulosten perusteella kaksipalstainen lehti oli koehenkilöiden mielestä kaikkein miellyttävin lukea. Tähän saadaan tukea avoimien kysymyksien vastauksista, sillä yksi- ja kolmepalstainen lehti saivat kaksipalstaista lehteä enemmän negatiivisia arvosteluja.

Kuvan 28 virittävyysmittausten tuloksista nähdään, että lehtien välille syntyneet erot ovat suhteellisen pieniä. Yksi- ja kaksipalstaisen lehden välille ei muodostunut lainkaan eroa, mutta niiden lukeminen arvosteltiin hieman kolmepalstaista lehteä virittävämmäksi. Lehtien väliset erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä, mikä nähdään virittävyysmittausten t-testien P-arvoista: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palsta})=0.500$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palsta})=0.155$ ja $P(2 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palsta})=0.144$. Virittävyysmittausten tulokset kertovat ihon sähkönjohtavuusmittausten (kuva 26) kanssa siitä, että palstanleveydellä ei ole vaikutusta lukemisen virittävyyteen.

Kuvassa 29 on esitetty subjektiivisten SMEQ- asteikolla tehtyjen kuormittavuusmittausten tulokset. Subjekttiivisista kuormittavuusmittauksista nähdään, että koehenkilöt arvostelivat yksipalstaisen lehden lukemisen kahta muuta lehteä kuormittavammaksi. Tämä oli nähtävissä myös kuvan 27 sykevaihdelu- ja räpytystiheysmittausten tuloksista. Kaksipalstaisen lehden lukeminen koettiin kaikkein vähiten kuormittavaksi. Kuormittavuusmittausten t-testeistä

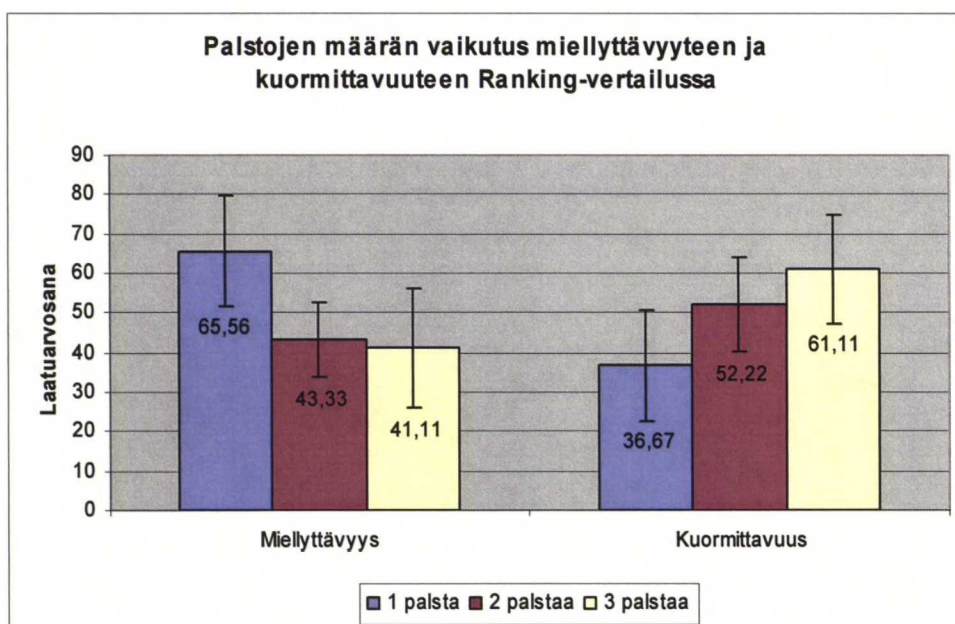
saatiin seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.010$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.115$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.076$. Näin ollen yksipalstainen lehti erosi kaksipalstaisesta lehdestä tilastollisesti merkitsevästi, mutta kolmepalstaiseen lehteen verrattuna ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kaksipalstainen lehti erosi kolmepalstaisesta lehdestä tilastollisesti lähes merkitsevästi.



Kuva 29. Subjektiiivisten kuormittavuusmittausten tulokset tutkittaessa palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen SMEQ- menetelmällä

Liitteen 4 avoimien kysymyksien vastauksista nähdään, että sekä yksipalstainen että kolmepalstainen lehti on arvosteltu kuormittavimmaksi luettavaksi useaan otteeseen. Tämä antaa tukea kuvan 29 kuormittavuusmittausten tuloksille, joiden perusteella kaksipalstaisen lehden lukeminen oli kaikkein vähiten kuormittavaa.

Kuvassa 30 on esitetty subjektiiivisten Ranking-vertailulla toteutettujen miellyttävyys- ja kuormittavuusmittausten tulokset. Ranking-vertailulla toteutettujen miellyttävyysmittausten tuloksista nähdään, että koehenkilöt arvostelivat yksipalstaisen lehden lukemisen selvästi kaksi- ja kolmepalstaisen lehden lukemista epämiellyttävämmäksi. T-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.008$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.013$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.404$. Yksipalstainen lehti erosi siis kahdesta muusta lehdestä tilastollisesti merkitsevästi. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.



Kuva 30. Subjektiiivisten Ranking-vertailuilla toteutettujen miellyttävyyss- ja kuormittavuusmittausten tulokset tutkittaessa palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen

Kuormittavuuden ranking-vertailun tuloksien perusteella yksipalstaisen lehden lukeminen arvosteltiin selvästi kaksi- ja kolmepalstaisen lehden lukemista kuormittavammaksi. Kolmepalstaisen lehden lukeminen arvosteltiin kaikkein vähiten kuormittavaksi. T-testeistä saatiin seuraavat P-arvot: $P(1 \text{ palsta vs. } 2 \text{ palstaa})=0.054$, $P(1 \text{ palsta vs. } 3 \text{ palstaa})=0.011$ ja $P(2 \text{ palstaa vs. } 3 \text{ palstaa})=0.173$. Yksipalstainen lehti erosi siis kolmepalstaisesta lehdestä tilastollisesti merkitsevästi ja kaksipalstaisesta lehdestä tilastollisesti lähes merkitsevästi. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

6.5 Psykofysiologisten mittausten ja subjektiivisten mittausten välinen korrelaatio

Objektiivisten ja subjektiivisten mittaustulosten riippuvuutta toisistaan tutkittiin korrelaatioanalyysin avulla. Miellyttävyyssmittauksista korrelaatioanalyysi suoritettiin EMG-mittausten ja subjektiivisten SAM- menetelmällä ja Ranking- vertailulla suoritettujen miellyttävyyssmittausten välillä. Kuormittavuuden tapauksessa tutkittiin sykevaihtelun ja räpytystiheyden riippuvuutta subjektiivisista SMEQ- menetelmällä ja Ranking- vertailulla suoritetuista kuormittavuusmittauksista. Korrelaatioanalyysillä tutkittiin myös ihon sähkönjohtavuuden riippuvuutta subjektiivisista SAM- menetelmällä tehdyistä virittävyysmittauksista.

Taulukossa 3 on esitetty korrelaatioanalyysistä saadut korrelaatiokertoimet (KK) ja P-arvot. Korrelaatiokertoimista ovat tummennettuina ne kertoimet, jotka ovat ns. toivotunmerkkisiä. Tällä tarkoitetaan sitä, että tutkittaessa esim. posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetin ja subjektiivisten miellyttävyyssarvioiden välistä korrelaatiota, positiivinen korrelaatiokerroin kertoo siitä, että molemmat mittausmenetelmät ovat antaneet samansuuntaisia tuloksia. Tällöin siis zygomatic major- lihaksen aktiviteetin kasvaessa (miellyttävyys kasvaa) ovat myös subjektiivisten miellyttävyyssmittausten tulosten arvot kasvaneet (miellyttävyys kasvaa). Negatiivinen korrelaatiokerroin on toivottu esim. tutkittaessa räpytystiheyden ja subjektiivisten kuormittavuusarvioiden välistä korrelaatiota. Tällöin räpytystiheyden laskiessa (kuormittavuus kasvaa) subjektiivisten kuormittavuusmittausten tulosten arvot kasvavat.

Taulukon 3 P-arvoista ovat tummennettuina ne P-arvot, joilla $P < 0,05$. Kyseiset P-arvot kertovat siitä, että riippuvuus objektiivisten ja subjektiivisten mittausten välillä on ollut tilastollisesti merkitsevää.

Taulukko 3. Korrelaatioanalyysien korrelaatiokertoimet (KK) ja P-arvot

	SAM- miellyttävyys		Ranking- miellyttävyys	
	KK	P	KK	P
EMG-Otsa	-0,524	0,042	0,365	0,113
EMG-Poski	0,455	0,067	-0,57	0,03
	SMEQ- kuormittavuus		Ranking- kuormittavuus	
	KK	P	KK	P
Sykevaihtelu	-0,024	0,713	0,402	0,091
Räpytystiheys	-0,348	0,124	0,671	0,013
	SAM- virittävyys			
	KK	P		
Ihon sähkönjohtavuus	-0,281	0,177		

Korrelaatioanalyysin tuloksista nähdään, että miellyttävyyssmittausten kohdalla objektiiviset ja subjektiiviset mittaustulokset käyttäytyvät samansuuntaisesti. Korrelaatiokertoimet ovat toivotunmerkkisiä, mikä tarkoittaa sitä, että miellyttävyyden kasvaessa EMG- mittausten perusteella, se kasvaa myös subjektiivisten mittausten perusteella.

Tutkittaessa EMG- mittaustulosten riippuvuutta SAM- asteikolla tehdyistä miellyttävyyssarviosta nähdään, että otsan corrugator supercilii- lihaksen aktiviteetin pienentyessä (miellyttävyys kasvaa), subjektiivisten miellyttävyyssmittausten tulosten arvot kasvavat (korrelaatiokerroin on negatiivinen). Taulukosta 3 nähdään myös, että riippuvuus on ollut tilastollisesti merkitsevää ($P < 0,05$). Posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetin kasvaessa (miellyttävyys kasvaa) ovat myös subjektiivisten miellyttävyyssmittausten tulosten arvot kasvaneet (korrelaatiokerroin on positiivinen). Tässä tapauksessa riippuvuus on todella lähellä tilastollisen merkitsevyyden rajaa ($P = 0,067$). Korrelaatioanalyysin tulosten perusteella

voidaan sanoa, että EMG- mittausten ja SAM- menetelmällä tehtyjen miellyttävyysarvioiden välillä on suhteellisen vahva riippuvuus.

EMG- mittaustulosten ja Ranking- vertailulla tehtyjen miellyttävyysarvioiden välillä on havaittavissa samankaltaista riippuvuutta. Pieni Ranking- arvosana tarkoittaa korkeaa miellyttävyyttä. Positiivinen korrelaatiokerroin kertoo siitä, että otsan corrugator superciliar-lihaksen aktiviteetin pienentyessä (miellyttävyys kasvaa), myös Ranking- arvosanat pienenevät. Tässä tapauksessa riippuvuus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää ($P=0,113$). Posken zygomatic major- lihaksen aktiviteetin ja miellyttävyys Ranking- arvosanojen välillä on vahva negatiivinen korrelaatio, mikä kertoo siitä, että zygomatic major- lihaksen aktiviteetin kasvaessa (miellyttävyys kasvaa), kasvaa miellyttävyys myös Ranking- arvosanojen perusteella. Riippuvuus oli myös tilastollisesti merkitsevää ($P<0,05$).

Objektiivisten ja subjektiivisten mittaustulosten samansuuntainen käyttäytyminen havaitaan myös kuormittavuusmittausten kohdalla. Korrelaatiokertoimien perusteella nähdään, että kun kuormittavuus kasvaa sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten perusteella, se kasvaa myös subjektiivisten mittausten perusteella.

Tutkittaessa sykevaihtelun ja SMEQ- menetelmällä tehtyjen kuormittavuusarvioiden välistä riippuvuutta havaitaan, että korrelaatiokerroin on todella lähellä nollaa ($-0,024$), mikä kertoo siitä, että riippuvuus on lähes olematonta. Tämä on nähtävissä myös korkeasta P-arvosta, minkä perusteella riippuvuus ei ole tilastollisesti merkitsevää. Selkeä positiivinen korrelaatio on havaittavissa sykevaihtelun ja Ranking- vertailulla tehtyjen kuormittavuusarvioiden välillä. Pieni Ranking- arvosana tarkoittaa korkeaa kuormittavuutta. Positiivinen korrelaatiokerroin kertoo siitä, että sykevaihtelun vähentyessä (kuormittavuus kasvaa), myös kuormittavuuden Ranking- arvosanat pienenevät. Tässä tapauksessa riippuvuus on suhteellisen lähellä tilastollisen merkitsevyyden rajaa ($P=0,091$).

Räpytystiheyden ja SMEQ- menetelmällä tehtyjen kuormittavuusarvioiden välillä havaitaan negatiivinen korrelaatio. Tällöin siis räpytystiheyden laskiessa (kuormittavuus kasvaa), myös subjektiiviset kuormittavuusmittausten tulosten arvot kasvavat. Riippuvuus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää ($P=0,124$). Räpytystiheyden ja Ranking- menetelmällä tehtyjen kuormittavuus- arvioiden välillä esiintyy vahva positiivinen korrelaatio. Tämä tarkoittaa sitä, että räpytys- tiheyden laskiessa (kuormittavuus kasvaa), myös kuormittavuuden Ranking- arvosanat pienenevät (kuormittavuus kasvaa). Riippuvuus oli myös selvästi tilastollisesti merkitsevää ($P<0,05$).

Korrelaatioanalyysin perusteella voidaan sanoa, että objektiivisten sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten ja subjektiivisten kuormittavuuden Ranking- vertailujen välillä esiintyi selkeä riippuvuus. SMEQ- menetelmällä tehtyjen kuormittavuusarvioiden ja

objektiivisten mittausten välillä oli havaittavissa samansuuntaista käyttäytymistä, mutta riippuvuus ei ollut vahvaa eikä tilastollisesti merkitsevää.

Tutkittaessa ihon sähkönjohtavuuden ja SAM- menetelmällä tehtyjen virittävyysarvioiden välistä riippuvuutta huomataan, että kyseiset menetelmät eivät antaneet samansuuntaisia tuloksia. Menetelmien välinen korrelaatio oli negatiivista, mikä tarkoittaa sitä, että kun ihon sähkönjohtavuus kasvoi (virittävyys kasvaa), subjektiivisten virittävyysarvioiden tulosten arvot laskivat (virittävyys laskee). Riippuvuus ei ollut tilastollisesti merkitsevää ($P=0,177$). Korrelaatioanalyysin perusteella näyttää siis siltä, että ihon sähkönjohtavuus ei soveltunut virittävyyden mittariksi, sillä se antoi ristiriitaisia tuloksia verrattuna käyttäjien arvioihin omasta vireystilastaan. Toisaalta syitä ristiriitaisiin tuloksiin voidaan etsiä myös SAM-menetelmän käytöstä. Tulosten luotettavuutta analysoidaan tarkemmin luvussa 8.

7 TULOSTEN LUOTETTAVUUS

7.1 Koejärjestelyt ja testimateriaali

EMG- sensorien kiinnittäminen teipillä koehenkilöiden kasvoihin huomattiin suhteellisen hankalaksi. Pääasiassa sensorit pysyivät hyvin kiinni koko kokeen ajan, mutta muutamassa tapauksessa sensorit pääsivät irtoamaan. Tosin sensoreiden irtoaminen havaittiin heti äkillisenä muutoksena signaalissa, joten irtoamisesta aiheutuva muutos pystyttiin karsimaan pois tuloksista. Tulosten luotettavuutta saattaa kuitenkin heikentää se, että teippikiinnityksestä johtuen sensorit saattoivat olla joidenkin koehenkilöiden kohdalla tiukemmin kiinni kasvoissa kuin toisten koehenkilöiden kohdalla.

Koehenkilöihin kiinnitetyt sensorit saattoivat myös tuntua koehenkilöistä epämukavilta, jolloin koetilanne ei välttämättä simuloinut normaalia lukemistapahtumaa. Sensorit ovat siis saattaneet vaikuttaa lukemisen miellyttävyyteen. Tällä ei kuitenkaan ole merkitystä tutkittaessa eroja eri painotuotemuuttujien välillä, sillä tilanne on sama kaikkien lehtien kohdalla.

Vaikka artikkeleiden sisällön vaikutus käyttökokemukseen pyrittiin eliminoimaan artikkeleiden valinnan yhteydessä, on selvää, että sisältö on vaikuttanut psykofysiologisiin signaaleihin ainakin jossain määrin. Sisällön vaikutus on mahdotonta eliminoida täysin, sillä eri ihmiset ovat kiinnostuneita eri asioista. Joillekin henkilöille jokin aihe on huomattavasti innostavampi kuin toisille. Subjektiivisten mittausten yhteydessä koehenkilöitä kehoitettiin jättämään artikkeleiden sisältö arvostelun ulkopuolelle. Koehenkilöiltä saadun palautteen perustella tämä koettiin kuitenkin hankalaksi.

7.2 Psykofysiologiset mittaukset

Koska psykofysiologisissa mittauksissa tutkittiin kehon reaktioiden muutoksia lepotilaan nähden, olisi tulosten luotettavuutta parantanut se, että signaalit olisi jokaisen mittauksen välissä päästetty laskemaan lepotilan tasolle. Tämä olisi kuitenkin johtanut siihen, että yhden henkilön kohdalla kokeisiin kulunut aika olisi kasvanut lähelle kahta tuntia (tai jopa pidemmäksi), jolloin kokeet olisivat olleet koehenkilöille kohtuuttoman pitkiä ja rasittavia.

Psykofysiologisten mittausten yhteydessä pyrittiin signaaleista karsimaan pois ei-toivotut muutokset (esim. haukotuksesta aiheutunut muutos EMG- signaalissa). Kaikkia ei-toivottuja muutoksia ei kuitenkaan välttämättä saatu karsittua pois, sillä mittaussensorit rekisteröivät myös niin pieniä muutoksia, joita ei välttämättä havaita koehenkilöä tarkkailtaessa. Tällöin esim. posken EMG- signaaliin on saattanut vaikuttaa huomaamattomat kasvonliikkeet, jotka eivät aiheudu hymyilystä.

Ihon sähkönjohtavuuden muutokset eivät välttämättä johdu positiivisesta innostumisesta. Esimerkiksi tuskastuminen kokeen edetessä voi aiheuttaa ihon sähkönjohtavuuden kasvua. Tuskastumista voi aiheuttaa esimerkiksi se, että koehenkilö avaa uuden lehden ja huomaa edessään pitkän artikkelin, jossa ei ole lainkaan kuvia eikä värejä. Toisaalta mittaustuloksiin voi vaikuttaa koehenkilön tylsistyminen ja väsyminen kokeen edetessä. Tällöin ihon sähkönjohtavuus voi kääntyä laskuun riippumatta koehenkilön lukemasta materiaalista. Suurin osa koehenkilöistä ei kuitenkaan kokenut koetta liian pitkäksi tai väsyttäväksi.

Tutkittaessa eri painotuotemuuttujien vaikutusta käyttökokemukseen psykofysiologisten mittausten avulla, erot lehtien välillä eivät juuri muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi. Tähän vaikutti se, että erot mittaustuloksissa eri koehenkilöiden välillä olivat todella suuria, mikä näkyi tuloksissa suurina keskihajontoina. Painotuotteen lukeminen ei välttämättä aiheuta ihmisessä niin suuria tunnereaktioita (esim. inhosta aiheutuva otsan rypistys, ilostumisesta aiheutuva hymyily) kuin esim. elokuvan katsominen, millä voidaan perustella sitä, että erot eri lehtien välillä jäivät suhteellisen pieniksi.

7.3 Subjektiiiset mittaukset

Subjektiiivisten mittausten perusteella saatiin pääasiassa luotettavia tuloksia. Ranking-vertailulla lehtien välille muodostui tilastollisesti merkittäviä eroja sekä miellyttävyys- että kuormittavuusmittausten tapauksessa. SAM- menetelmällä suoritetuilla miellyttävyysmittauksilla saavutettiin myös tilastollisesti merkitsevät erot lehtien välille. SAM- virittävyys antoi tilastollisesti merkitsevät tulokset tutkittaessa värillisyyden ja kuvien käytön vaikutusta käyttökokemukseen. Palstanleveyden kohdalla erot SAM- virittävyyslehtien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Tosin palstanleveyden oletettiin vaikuttavan enemmän lukemisen kuormittavuuteen, joten SAM- virittävyyslehtien välillä tilastollisesti merkityksettömät erot lehtien välillä ovat ymmärrettäviä. Toisaalta myös SAM- virittävyys on saattanut olla koehenkilöistä hankala käsittää. SAM- asteikon tarkempi selventäminen koehenkilöille olisi saattanut olla tarpeellista ennen kokeiden alkua. Tosin yksikään koehenkilö ei maininnut SAM- virittävyyslehtien välillä olevan vaikeasti ymmärrettävissä.

SMEQ- menetelmällä tehdyillä kuormittavuusmittauksilla muodostui tilastollisesti merkitseviä eroja ainoastaan palstanleveyden tapauksessa. Tulokset olivat ristiriitaisia Ranking-kuormittavuuden kanssa, jolla erot olivat tilastollisesti merkitseviä kaikkien painotuotemuuttujien kohdalla. Erot tulosten välillä saattavat johtua siitä, että SMEQ- menetelmässä koehenkilöt arvioivat kuormittavuutta välittömästi jokaisen painotuotteenäytteen lukemisen jälkeen. Ranking- vertailussa kuormittavuusarviointi tehdään vasta sitten, kun kaikki samaan painotuotemuuttuun liittyvät näytteet on luettu. SMEQ- menetelmällä saatujen tulosten luotettavuutta on voinut heikentää se, että koehenkilö voi kokea tietyn painotuotteenäytteen lukemisen esim. edellistä näytettä kuormittavammaksi, mutta vastatessaan kysymyslomak-

keeseen, hän ei muista mitä vastasi edellisen näytteen kuormittavuutta koskevaan kysymykseen. Tällöin järjestys lehtien välillä ei muodostu sellaiseksi, mitä koehenkilö todellisuudessa tarkoitti. Tosin SMEQ- menetelmän tarkoituksena ei olekaan verrata näytteiden kuormittavuutta toisiinsa, vaan kuvata koehenkilön juuri tietyllä hetkellä kokemaa kuormittuneisuutta. Tämä on saattanut olla koehenkilöistä hankala käsittää. Kirjalliset ohjeet kysymyslomakkeen täyttämiseen eivät välttämättä olleet riittävät, vaan SMEQ- asteikkoa olisi tullut selventää koehenkilöille tarkemmin ennen kokeiden alkua.

Tutkittaessa koehenkilöiden vastauksia avoimiin kysymyksiin huomataan, että koehenkilöiden mielipiteissä on havaittavissa eroja. Esimerkiksi toisten mielestä kapeampi palsta on leveää palstaa kuormittavampi, kun taas toiset lukevat mieluummin kapeaa palstaa. Vastaavasti suurimman osan mielestä kuvien käyttö tekee lukemisesta miellyttävämpää, mutta joidenkin mielestä kuvat häiritsevät lukemista. Kyseiset mielipide-erot selittävät osittain sitä, että eri lehtien välille ei aina muodostunut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Avoimien kysymysten vastauksista oli havaittavissa myös se, että jotkut koehenkilöt kokivat jonkun muun tekijän, kuin tutkittavan painotuotemuuttujan, vaikuttavan käyttökokemukseen. Artikkeleiden sisällön lisäksi mainittiin mm. paperilaatu, jäsentely, kappalejako, artikkeleiden pituus, fonttikoko ja tekstin asettelu. Nämä olivat kuitenkin vain yksittäisiä mainintoja ja pääasiassa koehenkilöiden kommentit käyttökokemukseen vaikuttavista tekijöistä koskivat juuri tutkittavia painotuotemuuttujia, joten muiden tekijöiden vaikutusta ei tarvitse pitää suurena epäluotettavuustekijänä. Poikkeuksena voidaan mainita artikkeleiden sisältö, joka on todennäköisesti jossain määrin vaikuttanut käyttökokemukseen.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

8.1 Painotuotemuuttujien vaikutus käyttökokemukseen

8.1.1 Värillisyyys

Värillisyydellä havaittiin olevan vaikutusta painotuotteen lukemisen miellyttävyyteen, virittävyyteen ja kuormittavuuteen. Psykofysiologisten mittausten perusteella ei kuitenkaan syntynyt tilastollisesti merkitseviä eroja painotuotenäytteiden välille. Kaikkien psykofysiologisten mittausten tuloksista oli kuitenkin nähtävissä suuntaa sille, että värillisen lehden lukeminen oli mustavalkoista lehteä miellyttävämpää ja hieman virittävämpää. Mustavalkoisen lehden lukeminen taas oli värillistä lehteä kuormittavampaa. Subjektiiivisten mittausten perusteella erot lehtien välillä olivat SMEQ- kuormittavuutta lukuun ottamatta tilastollisesti merkitseviä. Tulokset olivat samankaltaisia psykofysiologisten mittausten tulosten kanssa: värillisen lehden lukeminen koettiin miellyttävämmäksi ja virittävämmäksi, mustavalkoisen lehden lukeminen taas kuormittavammaksi.

Värillisyyden havaittiin vaikuttavan enemmän lukemisen miellyttävyyteen kuin virittävyyteen ja kuormittavuuteen, sillä erot lehtien välillä olivat suurimmat miellyttävyydsmittausten kohdalla (etenkin subjektiivisissa mittauksissa). Koehenkilöiden mielestä värikuvat tekivät lehden sivuista valoisampia, jolloin ne miellyttivät silmää mustavalkokuvia enemmän. Kuormittavuuden kohdalla havaittiin eroja koetussa kuormittuneisuudessa koehenkilöiden välillä: toisten mielestä värikuvat vievät huomion pois tekstistä ja tekevät lukemisesta näin kuormittavampaa. Toiset taas kokivat, että mustavalkoiset kuvat häiritsivät keskittymistä värikuvia enemmän. Pääasiassa mustavalkoisen lehden lukeminen koettiin kuitenkin värillistä lehteä kuormittavammaksi.

8.1.2 Kuva-teksti-määräsuhde

Psykofysiologisten mittausten perusteella kuvattoman ja kaksi tai neljä kuvaa sisältäneiden lehtien välille ei muodostunut tilastollisesti merkitseviä eroja. Ainoana poikkeuksena oli ihon sähkönjohtavuus, joka erotti kuvattoman lehden kahdesta muusta lehdestä kaikkein virittävimpänä. Tämä viittaisi siihen, että artikkeleiden sisältö on vaikuttanut ihon sähkönjohtavuusmittausten tuloksiin, mikä taas kertoisi siitä, että artikkeleiden sisältö on virittävyyden kannalta tärkein tekijä. Psykofysiologisten mittausten tuloksista oli kuitenkin nähtävissä suuntaa sille, että kuvattoman lehden lukeminen oli kahta muuta lehteä epämiellyttävämpää ja kuormittavampaa.

Subjektiiivisten mittausten perusteella havaittiin, että täysin kuvattoman lehden lukeminen koettiin epämiellyttäväksi ja kuormittavaksi. Vastaavasti virittävyyden kohdalla kuvaton lehti erosi kahdesta kuvallisesta lehdestä virittävyydeltään matalimpana. Kaksi ja neljä kuvaa

sisältäneiden lehtien välille ei kuitenkaan muodostunut suuria eroja. Tämä kertoo siitä, että tärkeämmäksi koettiin se, että lehdessä ylipäänsä on kuvia tekstin lisänä, ei niinkään käytettyjen kuvien määrä. Koehenkilöiden mielestä liiat kuvat saattavat jopa tehdä lukemisesta epämiellyttävämpää ja kuormittavampaa, sillä kuvat saavat katseen harhailemaan pois tekstistä tehden lukemista näin katkonaisempaa.

8.1.3 Palstanleveys

Psykofysiologisten mittausten perusteella palstanleveydellä ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta lukemisen miellyttävyyteen ja virittävyyteen. Sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten kohdalla erot lehtien välillä muodostuivat selkeämmiksi. Yksipalstaisen lehden lukeminen oli kaksi- ja kolmepalstaista lehteä kuormittavampaa. Tämä oli havaittavissa etenkin räpytystiheysmittausten kohdalla, sillä erot olivat tilastollisen merkitsevyyden tuntumassa. Kaksi- ja kolmepalstainen lehti eivät eronneet kuormittavuudeltaan toisistaan juuri lainkaan.

Subjektiiivisten mittausten perusteella havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja lehtien välillä myös miellyttävyyden kohdalla. Yksipalstaisen lehden lukeminen arvosteltiin kahta muuta lehteä epämiellyttävämmäksi. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Lehdet eivät eronneet virittävyydeltään merkittävästi myöskään subjektiiivisten mittausten perusteella, minkä perusteella voidaan sanoa, että palstanleveydellä ei ole merkittävää vaikutusta lukemisen virittävyyteen. Subjektiiivisten kuormittavuusmittausten perusteella oli selvästi nähtävissä se, että yksipalstaisen lehden lukeminen koettiin kaksi- ja kolmepalstaista lehteä kuormittavammaksi.

Sekä psykofysiologiset että subjektiiiviset mittaukset kertovat siitä, että palstanleveys vaikuttaa pääasiassa lukemisen kuormittavuuteen. A4-koon sivu yhdessä palstassa on liian leveä, tehden lukemisesta kuormittavaa. Subjektiiivisten mittausten perusteella palstanleveys vaikuttaa myös miellyttävyyteen, mikä saattaa johtua siitä, että kuormittavan lehden lukeminen tekee lukemisesta myös epämiellyttävää.

8.2 Mittausten soveltuvuus painotuotteen käyttökokemuksen mittaamiseen

Tutkittaessa eri painotuotemuuttujien vaikutusta käyttökokemukseen psykofysiologisten mittausten avulla, erot lehtien välillä eivät juuri muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi. Tämä viittaisi siihen, että tutkimukseen valitut painotuotemuuttujat eivät saa ihmisen kehossa aikaan niin suuria muutoksia, että niitä pystyttäisiin luotettavasti tunnistamaan psykofysiologisilla mittaumenetelmillä. Painotuotteen lukeminen ei välttämättä saa aikaan yhtä vahvoja tunnereaktioita kuin esimerkiksi elokuvan katsominen. Näin ollen psykofysiologiset mittaukset soveltuisivat paremmin tutkimukseen, jossa käytetään tunnepitoisempaa

testimateriaalia, kuten liikkuvaa kuvaa tai ääniärsykeitä. Painotuotteen kohdalla psykofysiologiset mittaukset saattaisivat soveltua paremmin tutkimukseen, jossa tutkitaan sisällön vaikutusta käyttäjän käyttökokemukseen, sillä erilaiset sisällöt saavat luultavasti aikaan voimakkaampia tunnereaktioita.

Psykofysiologiset kuormittavuuden mittaamenetelmät voisivat soveltua paremmin hieman monipuolisempien tehtävien kuormittavuuden mittaamiseen. Tässä työssä ei lehtien välille syntynyt kovinkaan suuria eroja kuormittavuudessa, sillä kaikki tehtävät sisälsivät ainoastaan tietyn aukeaman lukemista. Painotuotteen kohdalla mielenkiintoinen tutkimusvaihtoehto olisi tutkia lehden fyysisen koon vaikutusta kuormittavuuteen. Tällöin koehenkilöiden suorittamat tehtävät voisivat sisältää lehden selailua ja tiettyjen artikkeleiden etsimistä lehdestä, mikä saattaisi johtaa suurempiin eroihin kuormittavuudessa.

Subjektiiivisten mittausten perusteella lehtien välille muodostui tilastollisesti merkitseviä eroja lähes kaikkien mittausten tapauksissa. Etenkin SAM- ja Ranking- menetelmät tuntuivat soveltuvan hyvin emotiovasteiden ja kuormittavuuden mittaamiseen. SMEQ -kuormittavuusmittausten tulokset olivat osittain ristiriitaisia Ranking-kuormittavuuden kanssa, mikä saattoi johtua koehenkilöiden puutteellisesta ohjeistuksesta SMEQ- asteikon käyttöön.

Korrelaatioanalyysin perusteella objektiiviset ja subjektiiviset mittaukset antoivat pääasiassa samansuuntaisia tuloksia. Vaikka psykofysiologiset mittaukset eivät antaneet tilastollisesti merkitseviä eroja lehtien välille, kertoo tulosten samansuuntainen käyttäytyminen subjektiivisten mittaustulosten kanssa psykofysiologisten mittausten soveltuvuudesta kyseiseen tutkimukseen. EMG- mittausten tulokset korreloivat suhteellisen hyvin sekä SAM- että Ranking- menetelmillä tehtyjen miellyttävyyssmittausten tuloksien kanssa. Sykevaihtelu- ja räpytystiheysmittausten tulokset korreloivat selvästi Ranking- menetelmillä tehtyjen kuormittavuusmittausten tuloksien kanssa. Korrelaatio SMEQ- menetelmällä tehtyjen kuormittavuusmittausten kanssa oli huomattavasti vähäisempää (sykevaihtelun kohdalla jopa olematonta), mikä jo aiemmin annetun kritiikin ohella kertoo siitä, että SMEQ- menetelmää ei voida pitää yhtä luotettavana kuormittavuuden mittaamenetelmänä kuin Ranking- vertailua.

Ihon sähkönjohtavuusmittaukset antoivat ristiriitaisia tuloksia subjektiivisten SAM- menetelmällä tehtyjen virittävyyssarvioiden kanssa. Tästä hyvänä esimerkkinä on kuvien käytön vaikutus virittävyyteen. Ihon sähkönjohtavuuden perusteella kaikkein korkeimman vireystilan aiheutti kuvaton lehti. Subjektiiivisten virittävyyssmittausten perusteella kuvaton lehti arvioitiin kaikkein vähiten virittäväksi. Syynä tähän saattaa olla se, että koehenkilöiden mielestä kuvien käyttö tuntuu lisäävän virittävyyttä, mutta todellisuudessa vireystilaan onkin huomaamatta vaikuttanut esim. artikkeleiden sisältö. Tämä kertoisi siitä, että lehden sisältö on merkittävin tekijä virittävyyden kannalta. Koehenkilöitä ohjeistettiin jättämään lehtien sisällöt virittävyyssarviointin ulkopuolelle, mutta ihon sähkönjohtavuusmittauksissa sisältö on saattanut vaikuttaa tuloksiin tiedostamatta.

8.3 Tulevaisuuden näkymiä

Tutkimuksessa oli tarkoitus myös pohtia, voidaanko saatujen tulosten perusteella tehdä luotettavia ennusteita uuden painotuotekonseptin vaikutuksesta käyttökokemukseen. Ensimmäiseksi voidaan sanoa, että luotettavien ennusteiden saamiseksi on tehtävä paljon lisätutkimusta. Tässä työssä luotiin mittausympäristö, jossa jatkotutkimusta on mahdollista tehdä. Tutkimuksessa havaittiin psykofysiologisten ja subjektiivisten mittausten välistä korrelaatiota, mikä kertoo psykofysiologisten mittausten soveltuvuudesta kyseisen kaltaiseen tutkimukseen.

Psykofysiologisten mittausten ajallinen tarkkuus mahdollistaa tutkimuksen, jossa mediaviestistä erotetaan ne sisällöt, jotka aiheuttavat suuren tunnetilan muutoksen. Painotuotteen kohdalla mielenkiintoinen jatkotutkimus olisi silmän liikkeiden ja psykofysiologisten signaalien samanaikainen seuraaminen. Tällöin voitaisiin tutkia, miten psykofysiologiset signaalit käyttäytyvät, kun painotuotteen lukija katsoo tai lukee painotuotteen eri sisältöelementtejä (esim. katsoo kuvia tai lukee tekstiä).

Pelkästään tutkimuksessa tehtyjen psykofysiologisten mittausten perusteella on mahdotonta tehdä luotettavia ennusteita värillisyyden, kuva-teksti-määräsuhteen ja palstanleveyden vaikutuksesta käyttökokemukseen. Subjektiivisten mittausten perusteella ennusteiden tekeminen on mahdollista, sillä painotuotemuuttujien ja etenkin miellyttävyyden ja kuormittavuuden välille löydettiin selkeitä yhteyksiä. Psykofysiologisten mittausten hyvänä puolena on se, että niiden avulla voidaan havaita ihmisen itse tiedostamattomia muutoksia kehossa. Tässä tutkimuksessa tämä oli havaittavissa ristiriitana ihon sähkönjohtavuusmittausten tulosten ja subjektiivisten virittävyysarvostelujen välillä (koehenkilöstä tuntui, että kuvien määrä vaikutti vireystilaan, mutta todellisuudessa siihen vaikuttikin artikkeleiden sisältö). Jatkossa psykofysiologisia mittauksia voitaisiinkin käyttää subjektiivisten arvioiden tukena tunnistamassa tiedostamattomia tunnetilan muutoksia. Tämä edellyttää kuitenkin paljon lisätutkimusta ja harjoitusta psykofysiologisten mittalaitteiden käytössä, jotta koejärjestelyihin ja mittauksiin liittyvät epäluotettavuustekijät saadaan karsittua pois.

9 YHTEENVETO

Tämän diplomityön tarkoituksena oli kehittää mittausympäristö, joka mahdollistaa painotuotteen käyttökokemuksen mittaamisen psykofysiologisilla mittausmenetelmillä. Työssä pyrittiin selvittämään painotuotteen värillisyyden, kuva-teksti-määräsuhteen ja palstanleveyden vaikutusta käyttökokemukseen. Käyttökokemus rajattiin käsittelemään lukemisen kuormittavuutta sekä lukemisen aikaan saamaa muutosta lukijan tunnetilassa.

Työn kirjallisuusosassa selvitettiin, mistä tekijöistä käyttökokemus muodostuu ja pyrittiin erottelamaan termit käyttökokemus ja käytettävyyys toisistaan. Tämän jälkeen tutkittiin, mitkä painotuotteen ominaisuudet vaikuttavat lukijan käyttökokemukseen. Työssä perehdyttiin emootioihin ja psyykkiseen kuormittavuuteen, ja pyrittiin kirjallisuuden perusteella löytämään niiden mittaamiseen soveltuvia psykofysiologisia ja subjektiivisia menetelmiä.

Tutkimukseen valitut psykofysiologiset mittaukset olivat elektromyografia (EMG), ihon sähkönjohtavuus, sykevaihtelu ja silmien räpytystiheys. Ihon sähkönjohtavuutta ja kasvolihasten liikemittausta EMG:llä käytettiin emootiovasteiden mittaamiseen. Kasvolihasten aktiviteetti kertoo miellyttävyydestä ja ihon sähkönjohtavuus virittävyydestä. Sykevaihtelua ja silmien räpytystiheyttä käytettiin kuormittavuuden mittaamiseen.

Tutkimuksen kokeellisessa osassa koehenkilöt lukivat erilaisia painotuotenäytteitä, minkä aikana mitattiin kehon reaktioita psykofysiologisilla mittauksilla. Kaikki painotuotenäytteet sisälsivät kaksi sivua, joista muodostui sanoma- tai aikakauslehtityyppinen aukeama. Käyttökokemuksen mittaamiseen käytettiin myös subjektiivisia menetelmiä, joissa koehenkilöt kuvasivat itse kuormittuneisuuttaan ja tunnetilojaan. Psykofysiologisten mittausten perusteella ei muodostunut tilastollisesti merkitseviä eroja eri painotuotenäytteiden välille. Tästä huolimatta tuloksista oli havaittavissa, että värillisyydellä, kuva-teksti-määräsuhteella ja palstanleveydellä on vaikutusta miellyttävyyteen, virittävyyteen ja kuormittavuuteen.

Psykofysiologisten mittausten perusteella värillisen lehden lukeminen oli mustavalkoista lehteä miellyttävämpää, hieman virittävämpää ja vähemmän kuormittavaa. Kuvattoman lehden lukeminen oli kuormittavampaa ja epämiellyttävämpää kuin kuvallisten lehtien lukeminen. Kaksi ja neljä kuvaa sisältäneiden lehtien välille ei muodostunut suuria eroja, mikä kertoo siitä, että tärkeintä on kuvien käyttö ylipäänsä tekstin lisänä, ei niinkään käytettyjen kuvien määrä. Palstanleveydellä ei havaittu olevan suurta vaikutusta lukemisen miellyttävyyteen ja virittävyyteen, mutta tulosten perusteella yksipalstaisen lehden lukeminen oli kaksi- ja kolmepalstaista lehteä kuormittavampaa. Kaksi- ja kolmepalstaisen lehden välillä ei ollut juurikaan eroa.

Subjektiiivisten mittausten perusteella painotuotenäytteiden välille muodostui huomattavasti selkeämpiä eroja. SAM- menetelmällä tehtyjen mittausten perusteella värillinen lehti oli mustavalkoista lehteä miellyttävämpi ja virittävämpi, kuvaton lehti kuvallisia lehtiä epämiellyttävämpi ja virittävyydeltään matalampi ja yksipalstainen lehti kaksi- ja kolmepalstaisia lehtiä epämiellyttävämpi. Ranking-miellyttävyys antoi vastaavanlaiset tulokset SAM- miellyttävyyden kanssa. Ranking-kuormittavuuden perusteella mustavalkoisen, kuvattoman ja yksipalstaisen lehden lukeminen oli kaikkein kuormittavinta. Yksipalstaisen lehden lukeminen oli kuormittavinta myös SMEQ- kuormittavuusmittausten perusteella. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä kaikkien edellä mainittujen subjektiiivisten mittausten kohdalla.

Korrelaatioanalyysin perusteella oli havaittavissa, että psykofysiologiset ja subjektiiiviset mittaukset antoivat pääasiassa samansuuntaisia tuloksia. Vaikka psykofysiologiset mittaukset eivät antaneet tilastollisesti merkitseviä eroja lehtien välille, kertoo tulosten korrelaatio subjektiiivisten mittaustulosten kanssa psykofysiologisten mittausten soveltuvuudesta kyseiseen tutkimukseen. Poikkeuksena oli ihon sähkönjohtavuus, joka antoi ristiriitaisia tuloksia SAM- miellyttävyyden kanssa. Tätä selitettiin sillä, että ihon sähkönjohtavuusmittausten tuloksiin on vaikuttanut jokin henkilön itse tiedostamaton ärsyke, kuten lehtien sisältö. Tämä tarkoittaisi sitä, että lehden sisältö on virittävyyden kannalta värillisyyttä, kuvateksti-määräsuhdetta ja palstanleveyttä merkittävämpi tekijä.

Tutkimuksessa tehtyjen psykofysiologisten mittausten perusteella on mahdotonta tehdä täysin luotettavia ennusteita tutkittujen painotuotteen rakenneparametrien vaikutuksesta käyttökokemukseen. Psykofysiologisten mittausten soveltuvuudesta kyseisen kaltaiseen tutkimukseen saatiin kuitenkin todisteita. Työssä saatiin myös luotua mittausympäristö, joka mahdollistaa jatkossakin mediatuotteen rakenneparametrien ja median käyttökokemuksen välisten riippuvuuksien tutkimisen psykofysiologisilla mittausmenetelmillä.

LÄHDELUETTELO

- /1/ **Anon.** *Biofeedback & Psychophysiology*. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2002. [viitattu 24.5.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3281>](http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3281)
- /2/ **Anon.** *Glossary of Telemetry, Technology and Technical Terms*. Texas A&M University at Galveston, Laboratory for Applied Biotelemetry & Biotechnology 2003. [viitattu 27.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.tamug.edu/lab/Tech/Glossary.htm>](http://www.tamug.edu/lab/Tech/Glossary.htm)
- /3/ **Anon.** *Procomp Infiniti Hardware Manual*. Thought Technology Ltd. [viitattu 8.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.thoughttechnology.com/pdf/manuals/SA7510%20Rev6.pdf>](http://www.thoughttechnology.com/pdf/manuals/SA7510%20Rev6.pdf)
- /4/ **Bevan, N.** *Measuring usability as quality of use*. Software Quality Journal, 4(1995), 115-150. [viitattu 25.4.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.usability.serco.com/papers/qusab95.pdf>](http://www.usability.serco.com/papers/qusab95.pdf)
- /5/ **Bolls, P.D., Lang, A., Potter, R.F.** *The effects of message valence and listener arousal on attention, memory and facial muscular responses to radio advertisements*. Communication Research, 28(2001)5, 627-651. [viitattu 4.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.theaudioprof.com/research/pubs/potter.cr01.pdf>](http://www.theaudioprof.com/research/pubs/potter.cr01.pdf)
- /6/ **De Waard, D.** *The Measurement of Drivers' Mental Workload*. PhD Thesis, University of Groningen, Hollanti 1996. [viitattu 24.5.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.home.zonnet.nl/waard2/mwl.htm>](http://www.home.zonnet.nl/waard2/mwl.htm)
- /7/ **Desmet, P.** *Measuring Emotions; development and application of an instrument to measure emotional responses to products*. Teoksessa: Blythe, M., Overbeeke, K., Monk, A., Wright, P. (toim.) *Funology: From Usability to Enjoyment*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 111-123
- /8/ **Detenber, B., Simons, R., Bennett, G.** *Roll 'em!: The Effects of Picture Motion on Emotional Responses*. Journal of Broadcasting and Electronic Media, 21(1998), 112-126. [viitattu 25.4.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.udel.edu/psych/rsimons/rollem.htm#Append>](http://www.udel.edu/psych/rsimons/rollem.htm#Append)

- /9/**DiDomenico, A.** An investigation on subjective assessments of workload and postural stability under conditions of joint mental and physical demands. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia 2003. [viitattu 9.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-07232003-213904/unrestricted/DiDomenico_dissertation.pdf>](http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-07232003-213904/unrestricted/DiDomenico_dissertation.pdf)
- /10/**Essex, M., Goldsmith, H., Smider, M., Dolski, I., Sutton, S., Davidson, R.** *Comparison of video- and EMG-based evaluations of the magnitude of children's emotion-modulated startle response.* Behavior Research Methods, Instruments, & Computers 35(2003), 590-598. [viitattu 16.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://brainimaging.waisman.wisc.edu/publications/2003/comparison%20of%20video%20and%20emg%20based%20evaluations.pdf>](http://brainimaging.waisman.wisc.edu/publications/2003/comparison%20of%20video%20and%20emg%20based%20evaluations.pdf)
- /11/**Fournier, L., Wilson, G., Swain, C.** *Electrophysiological, behavioral, and subjective indexes of workload when performing multiple tasks: manipulations of task difficulty and training.* International Journal of Psychophysiology 31(1999)2, 129-145.
- /12/**Fredriksson, N.** *Layout ja painotusesuunnittelu.* Markprint Oy, Lahti 1996. 159 s.
- /13/**Frijda, N.** *The emotions.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1986. 558 s.
- /14/**Garcia, M., Stark, P.** *Eyes on the news.* The Poynter Institute for Media Studies, St. Petersburg, USA 1991. 86 s.
- /15/**Gomoll, K., Nicol, A.** *Discussion of guidelines for user observation.* From User Observation: Guidelines for Apple Developers. Tammikuu 1990. [viitattu 29.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://bmrc.berkeley.edu/courseware/cs160/fall99/readings/Gomoll%20-%20Performing%20Usability%20Studies.htm>](http://bmrc.berkeley.edu/courseware/cs160/fall99/readings/Gomoll%20-%20Performing%20Usability%20Studies.htm)
- /16/**Griffiths, P.** *Basic Emotions, Complex Emotions, Machiavellian Emotions.* University of Pittsburgh, Department of History and Philosophy of Science, USA 2002. [viitattu 7.9.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00000604/00/Machiavellian_Emotions.pdf>](http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00000604/00/Machiavellian_Emotions.pdf)
- /17/**Hänninen, M.** *Näyttöpinta-alan ja resoluution vaikutukset näytöltä lukemisen tehokkuuteen ja kuormittavuuteen toimistotyössä.* Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Automaatio- ja systeemitekniikan osasto, Espoo 2004. 74 s. [viitattu 19.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.media.hut.fi/~julkaisut/diplomityot/DI_M_Hanninen_2004.pdf >](http://www.media.hut.fi/~julkaisut/diplomityot/DI_M_Hanninen_2004.pdf)

- /18/**Hassenzahl, M., Sandweg, M.** *From Mental Effort to Perceived Usability: Transforming experiences into summary assessments*. CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems, Itävalta 2004. s. 1283-1286. [viitattu 25.4.2005] Saatavilla [www-muodossa:<URL: http://delivery.acm.org/10.1145/990000/986044/p1283-hassenzahl.pdf?key1=986044&key2=6884123111&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=38734888&CFTOKEN=25076810>](http://delivery.acm.org/10.1145/990000/986044/p1283-hassenzahl.pdf?key1=986044&key2=6884123111&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=38734888&CFTOKEN=25076810)
- /19/**Houwing, E., Wiethoff, M., Arnold, A.** *Introduction to Cognitive Workload Measurement*. Delft University of Technology, Delft, Alankomaat 1993. 44 s.
- /20/**Houwing, E., Wiethoff, M., Arnold, A.** *Subjective Cognitive Workload Measurement Handbook*. Delft University of Technology, Delft, Alankomaat 1993. 24 s.
- /21/**Hubert, W., de Jong-Meyer, R.** *Psychophysiological response patterns to positive and negative film stimuli*. Biological Psychology 31(1990)1, 73-93.
- /22/**Huttu, I.** *Loppukäyttäjän vaatimukset on-demand painotuotteelle*. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Graafisen tekniikan laboratorio, Espoo 1996. 68 s.
- /23/**Joensuu, J.** *Hermosto*. Lääketieteen perusteita – avoin verkkomateriaali. Helsingin yliopisto 2002. [viitattu 3.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://rivendell.hela.helsinki.fi/laaketiede/P1_9.html>](http://rivendell.hela.helsinki.fi/laaketiede/P1_9.html)
- /24/**Kallenbach, J., Laine, M., Lepola, M., Salo, L., Westman, S.** *Comparison of media experience in print and electronic media*. Helsinki University of Technology, Media Technology, 2004.
- /25/**Kirakowski, J., Collins, K.** *Multimedia and the User-Centred Design Process, Client's view – Overview of methods*. EMMUS 1999. [viitattu 25.5.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.ucc.ie/hfrg/emmus/methods/summary.html>](http://www.ucc.ie/hfrg/emmus/methods/summary.html)
- /26/**Korhonen, I.** *Methods for the analysis of short-term variability of heart rate and blood pressure in frequency domain*. VTT Information technology, Espoo 1997. 94 s.
- /27/**Koskinen, I., Battarbee, K.** *Introduction to User Experience and Emphatic Design*. Teoksessa: Koskinen, I., Battarbee, K., Mattelmäki, T. (toim.). *Emphatic Design – User Experience in Product Design*. Edita Publishing Ltd. 2003. s. 37-50.
- /28/**Koskinen, P.** *Hyvä painotuote*. Painopaikka Karisto Oy, Hämeenlinna 2001. 252 s.

/29/**Kuniavsky, M.** *Observing the User Experience*. Morgan Kauffmann Publishers, USA 2003. 560 s.

/30/**Laininen, P.** *Tilastollisen analyysin perusteet*. Hakapaino Oy, Helsinki 2001. 281 s.

/31/**Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M., Jalonen, J.** *Mitä sydämen sykevaihtelu kertoo?* FINNANEST 34(2001)3, 249-255. [14.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.fimnet.fi/finnanest/lehdet/2001/no_3/a_laitio.pdf>](http://www.fimnet.fi/finnanest/lehdet/2001/no_3/a_laitio.pdf)

/32/**Lang, A., Bolls, P., Potter, R., Kawahara, K.** *The effects of production pacing and arousing content on the information processing of television messages*. Journal of Broadcasting and Electronic Media 43(1999), 451-475.

/33/**Lang, A., Dhillon, K., Dong, Q.** *The effects of emotional arousal and valence on television viewers' cognitive capacity and memory*. Journal of Broadcasting and Electronic Media, 39(1995), 313-327.

/34/**Lang, P., Greenwald, M., Bradley, M., Hamm, A.** *Looking at pictures: Affective, facial, visceral and behavioral reactions*. Psychophysiology 30(1993), 261-273.

/35/**Lang, P.J.** *The emotion probe. Studies of motivation and attention*. American Psychologist, 50(1995)5, 372-385.

/36/**Loiri, P., Juholin, E.** *HUOM! Visuaalisen viestinnän käsikirja*. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1999. 223 s.

/37/**Lyytikäinen, K.** *Recent development of Media Technology from the Point of View of the Communication Science*. Graphic Arts in Finland 33(2004)2, 1-7. [viitattu 8.9.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.media.hut.fi/GTTS/GAiF/GAiF2_2004.htm>](http://www.media.hut.fi/GTTS/GAiF/GAiF2_2004.htm)

/38/**Lyytikäinen, K., Riikonen, H.** *Painotuotteen suunnittelu*. Gummerus Kirjapaino Oy, 1995. 112 s.

/39/**Mehrabian, A.** *Relationships Among Three General Approaches to Personality Description*. The Journal of Psychology 129(1995)5, 565-581.

/40/**Mokka, S., Välikynen, P.** *Presence: taustaselvitys*. VTT tietotekniikka 2002. [viitattu 24.5.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.vtt.fi/tte/projects/presence/presence.pdf>](http://www.vtt.fi/tte/projects/presence/presence.pdf)

- /41/**Morris, John D.** *Observations: SAM: The Self-Assessment Manikin, An Efficient Cross-Cultural Measurement Of Emotional Response*. Journal of Advertising Research, Marraskuu/Joulukuu 1995. [viitattu 25.4.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.adsam.com/observations.pdf>](http://www.adsam.com/observations.pdf)
- /42/**Mosburger, M.** *Alternative Audio Solution to Enhance Immersion in deployable synthetic environments*. Naval Postgraduate School, Monterey, California 2003. [viitattu 5.7.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.movesinstitute.org/Theses/MosbrugerThesis.pdf>](http://www.movesinstitute.org/Theses/MosbrugerThesis.pdf)
- /43/**Moss, D.** *Heart rate variability (HRV) biofeedback*. Psychophysiology Today 1/2004, 4-11. [viitattu 14.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.bfe.org/articles/issue1_final.pdf>](http://www.bfe.org/articles/issue1_final.pdf)
- /44/**Niemelä, E., Teikari, V.** *Työn psyykkinen kuormittavuus – käsitteet, malli ja mittaaminen*. Report No 82/1984. Teknillinen korkeakoulu, Teollisuustalouden ja työpsykologian laboratoriot, Otaniemi 1984. 175 s.
- /45/**Oatley, K., Jenkins, J.** *Understanding Emotions*. Blackwell Publishers Inc., Iso-Britannia 1996. 448 s.
- /46/**Oittinen, P., Saarelma, H.** *Kuvatekninen laatu*. Otatieto Oy, Espoo 1991. 141 s.
- /47/**Parkkinen, J.** *Käytettävyys – mitä se on?* Adage Oy 2004. [viitattu 27.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.adage.fi/artikkelit/kaytettavyys_mita_se_on.html>](http://www.adage.fi/artikkelit/kaytettavyys_mita_se_on.html)
- /48/**Penttilä, J.** *Erilaisten näyttöasetelmien tehokkuus ja kuormittavuus toimistotyössä*. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Automaatio- ja systeemitekniikan osasto, Espoo 2004. 57 s.
- /49/**Picard, R.** *Affective Computing*. Massachusetts Institute of Technology, 1998.
- /50/**Picard, R.** *Human-Computer Coupling*. Proceedings of the IEEE 86(1998)8, 1803-1807. [viitattu 26.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://ieeexplore.ieee.org/iel4/5/15216/00704286.pdf?arnumber=704286 >](http://ieeexplore.ieee.org/iel4/5/15216/00704286.pdf?arnumber=704286)
- /51/**Pullman, S., Goodin, D., Marquinez, A., Tabbal, S., Rubin, M.** *Clinical utility of surface EMG*. Neurology 55(2000), 171-177. [viitattu 16.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.aan.com/professionals/practice/pdfs/gl0095.pdf>](http://www.aan.com/professionals/practice/pdfs/gl0095.pdf)

/52/**Ravaja, N.** *Contributions of Psychophysiology to Media Research: Review and Recommendations.* Media Psychology, 6(2004), 193-235.

/53/**Reeves, B., Lang, A., Kim, E., Tatar, D.** *The effects of screen size and message content on attention and arousal.* Media Psychology 1(1999), 49-67.

/54/**Rhoads, C., Kloner, R.** *EKG components and intervals.* Yale New Haven Health 2004. [viitattu 27.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://yalenewhavenhealth.org/library/healthguide/en-us/support/topic.asp?hwid=zm2308>](http://www.muodossa: <URL: http://yalenewhavenhealth.org/library/healthguide/en-us/support/topic.asp?hwid=zm2308>)

/55/**Rhoads, C., Philippides, G.** *Chambers of the heart.* Yale New Haven Health 2004. [viitattu 27.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://yalenewhavenhealth.org/library/healthguide/en-us/support/topic.asp?hwid=tp10241>](http://www.muodossa: <URL: http://yalenewhavenhealth.org/library/healthguide/en-us/support/topic.asp?hwid=tp10241>)

/56/**Roedema, T., Simons, R.** *Emotion Processing Deficit in Alexithymia.* Psychophysiology, 36 (1999), 379-387. [viitattu 24.5.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.udel.edu/psych/rsimons/tomrev.htm>](http://www.muodossa: <URL: http://www.udel.edu/psych/rsimons/tomrev.htm>)

/57/**Rowe, D., Sibert, J., Irwin, D.** *Heart rate variability: indicator of user state as an aid to human-computer interaction.* Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (1998), 480-487. [viitattu 15.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://delivery.acm.org/10.1145/280000/274709/p480-rowe.pdf?key1=274709&key2=9532624211&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=52530349&CFTOKEN=9604502>](http://www.muodossa: <URL: http://delivery.acm.org/10.1145/280000/274709/p480-rowe.pdf?key1=274709&key2=9532624211&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=52530349&CFTOKEN=9604502>)

/58/**Russell, J., Mehrabian, A.** *Evidence for a three-factor theory of emotions.* Journal of Research in Personality. 11(1977), 273-294.

/59/**Saalasti, S.** *Neural Networks for Heart Rate Time Series Analysis.* Jyväskylän yliopisto, matematiikan ja informaatioteknologian laitos, Jyväskylä 2003. [viitattu 5.7.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://selene.lib.jyu.fi:8080/vaitos/studies/studcomp/951391707X.pdf>](http://www.muodossa: <URL: http://selene.lib.jyu.fi:8080/vaitos/studies/studcomp/951391707X.pdf>)

/60/**Saarelma, H., Oittinen, P.** *Study of Future Media Use by Experimental and Statistics-Based Methods.* Graphic Arts in Finland 33(2004)2, 8-23. [viitattu 18.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.media.hut.fi/GTTS/GAiF/GAiF2_2004.htm>](http://www.muodossa: <URL: http://www.media.hut.fi/GTTS/GAiF/GAiF2_2004.htm>)

- /61/**Schubert, E.** *Measurement and Time Series Analysis of Emotion in Music*. A thesis in partial fulfillment of requirements for the degree Doctor of Philosophy, University of New South Wales 1999. [viitattu 2.9.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.library.unsw.edu.au/~thesis/adt-NUN/uploads/approved/adt-NUN20021104.143221/public/02vol1.pdf>](http://www.library.unsw.edu.au/~thesis/adt-NUN/uploads/approved/adt-NUN20021104.143221/public/02vol1.pdf)
- /62/**Simons, R., Detenber, B., Roedema, T., Reiss, J.** *Emotion processing in three systems: The medium and the message*. *Psychophysiology* 36(1999), 619-627. [viitattu 4.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.udel.edu/psych/rsimons/ben1a.htm>](http://www.udel.edu/psych/rsimons/ben1a.htm)
- /63/**Sinkkonen, I.** *Käytettävyyssanasto*. Adage Oy 2004. [viitattu 27.6.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.adage.fi/artikkelit/kaytettavyssanasto.html>](http://www.adage.fi/artikkelit/kaytettavyssanasto.html)
- /64/**Tähti, M., Arhippainen, L.** *Emootiot esille!* Oulun yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos. Tietojenkäsittelytieteen päivät, Joensuu 24.-26.5.2004. [viitattu 25.4.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.cs.joensuu.fi/~marjomaa/kalvot/Emootiot_esille.pdf>](http://www.cs.joensuu.fi/~marjomaa/kalvot/Emootiot_esille.pdf)
- /65/**Tammi, S.** *Sähköisesti jaeltava ja tulostettava sanomalehti*. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Viestintätekniikan laboratorio, Espoo 1997. 115 s.
- /66/**Tilastokeskus.** *Joukkoviestimiin käytetty aika 2004*. [viitattu 8.9.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://tilastokeskus.fi/til/jvie/2004/jvie_2004_2005-04-27_tau_004.xls>](http://tilastokeskus.fi/til/jvie/2004/jvie_2004_2005-04-27_tau_004.xls)
- /67/**Vanhala, T.** *Kyselylomakkeet käytettävyyss tutkimuksessa*. Teoksessa: Ovaska, S., Aula, A., Majaranta, P. (toim.). *Käytettävyyss tutkimuksen menetelmät*. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos, 2005. s. 17-36. [viitattu 2.9.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.cs.uta.fi/usabsem/luvut/2-Vanhala.pdf>](http://www.cs.uta.fi/usabsem/luvut/2-Vanhala.pdf)
- /68/**Veltman, J., Gaillard, A.** *Physiological workload reactions to increasing levels of task Difficulty*. *Ergonomics* 41(1998)5, 656-669.
- /69/**Vrana, S.** *The psychophysiology of disgust: Differentiating negative emotional contexts with facial EMG*. *Psychophysiology* 30(1993), 279-286.
- /70/**Ward, R., Marsden, P.** *Physiological responses to different WEB page designs*. *International Journal of Human-Computer Studies* 59(2003), 199-212.
- /71/**Ward, R., Marsden, P.** *Psychophysiological Indicators of Usability Problems*. University of Huddersfield, School of Computing and Mathematics, 2000. [viitattu 15.8.2005] Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://scom.hud.ac.uk/scomrdw/ITRG/facetrak/rr2000.doc>](http://scom.hud.ac.uk/scomrdw/ITRG/facetrak/rr2000.doc)

Tekstin lisänä neljä kuvaa

LIITE 1 (5) Kokeellisessa osassa käytetyt testimateriaalit (muuttujana palstanleveys)

Lehti kolmessa palstassa

Eläinkin leikki ilokseen?

Englantilainen biologi Jane Goodall on monissa kirjassaan kuvannut, miten Tansaniassa Gomben reservaatissa simpanssit leikkivät hiippaa, painivat ja harastavat kaikkialla akrobatisia. Noiden tutkimusten perusteella tiedetään, että samoin tekevät kissoat, koirat, sulet, kotit, heijoutat, herveet, ankkurit ja monet muut nisäkkäät.

Nisäkkäiden lisäksi leikit tuntevat ainakin alykkäimmät linnut. Nourit korppi, larakat ja variksenpöytä voivat nauttia hiiptoista, ja papukaijoista kosa pöytästä todellista peliä.

Pitään tutkia olivat sitä mieltä, että ihmisen aistit on aina eläin, joka leikki eläimellä. Siinä luonnollisesti, että monet lajit nauttivat leikkimisestä ja karkotit lyöivät toisiaan kuumalla.

Nyt usutaan, että vain ihmisen osaa tehdä pelintensä leikkijä varten leluja. Sitten kun joku tutkii ihmistä ulkoisena simpanssin valmistaa leluja, sanotaan vamaan, että ihmisen aistien valmistaa elektronisia leikkijä.

Helikopteri höyhenissä

Kolibrit ei pidä koskaan vaapaista. Maailman pienin lintu käyttää runsaasti energiaa lentämiseen. Valvellaanlaikanan se etsii ruokaa lähes tanssilla, ja yöt se vaipuu syvään horrokseen. Silti kolibri ottaa usein meheviä kylväisiä ja nälkään.

Kolibrit kykenevät pyörittämään palkkiaan ilmassa suurella nopeudella. Ne lentävät etu- ja takaperin avoimilla kyyneillä ja teltatavat jopa selälleen ilmassa, jos tilanne niin vaatii.

Monet ihmiset pyörittävät uurtamassa jostain sähkölaitteita, mutta vain kolibri ottaa metareita kaksina.

Kolibrien siivet ovat hyvin suorat, pöykkiä ja jykkiä uuden laulunsaajan nipin verratuna. Kolibri rhytytelevät siipitään lähes yksinomaan ohimavasta. Pyörittämällä palkkia

sisä leluja, joihin on välikyvyt väleä ja jotka saavat ”piip”.

Hyvää kuivaharjoittelua

Leikkiminen yleisyyt on saanut monet tutkijat kysymään, onko leikkiminen keuhkojen biologinen pohja. Siinä vittua vahvistaa se, että monilla eläimillä leikkiminen liittyy väistämättä käyttäytymiseen. Esimerkiksi simpanssilla on leikki-ilme, jolla se hoidattelevat toisia lauskaripion. Jotain keuhkojen osasta taas tuntee leikin leikkimisen tunnusmerkiksi.

Väli arvostimimista eläinten leikin tutkijasta. Alkuaan yksilöitä on Farhankalassa valittu Robert Fagen, arville, että leikki on motorisen ja sosiaalisen taitojen kehuharjoitusta ja ”vähimmäisen niiden kehitysmuoto.

Tätä syä kyllä juuri tämä harjoitteluvirta saa tutkijoita onnista laususta. Sillä tulevat monet havainnot. Jos esimerkiksi otella erittäin kehittynyt, mistä tulee joustaumattomia ja taapantottomia.

Moni tutkija on kiinnittänyt huomiota siihen, että eri lajeilla leikin väleä ajatella vastaavan niiden aivojen välillä oleva verkko: mistä innopi nappi, sitä samalla laajempi ottaa ja varmampi leikkijä.

laan ilmassa kolibri ei lyö siivillään ylös ja alas muiden lintujen tavoin, vaan tekee siivillään linna taaksepäin. Monet tutkijat ovat huomauttaneet, että tämä leikki palauttaa ilmassa.

Aikamäärän nopeiden siivien liikkeiden ansiosta lintu kykenee tekemään ilmassa näitä älyttömästi nopeita temppuja. Kolibri muuttavat lentonsa nopeusvakua vaihdella vain siipien kallistamalla. Robinsinleikki kolibri lentoonpääsee kokonaan noin 100 km:n tunnin. Usat muut kolibri laji jättävi kyyneillä 80-90 km:n tuntinopeudella.

Kolibrien läikkeitä lentotapa vaatii suuria voimavaroja. Kokeilakseen vinkkelinään kummit, neet riistalajit ovat tavattoman vahvat ja suuret lintuun ruumiin kokoon verrattuna. Suuri ja vahva sydän pumppaa

Keksitään aina uudelleen

Kukaan kineesi tarkkaillut ei voi sanoa sen päältä, ettei ihmisen leikki nauttii saadun pyörittämisestä. Iltipieskin leikit liitua se on kuin taianassa, ja jos joku jaksaa karkoon, kukaan jettymä en suuri.

Pennut saavat mielihyvää näitä samasta periaatteesta: Lissapollakseen leikki laulekseen kanna koonon takaa ajaa, hiljaisuus ja lyökkyksen tuntemusta.

Eläki leikki ilmassa vain melko automaattisesti eläinten käyttäytymisen periaatteita, vaikka yksilölliset leikit eivät välttämättä olisi. Kuten jokainen sukupolvi synnytti leikit uudelleen pratteen ”leikkien” mielihyvää tuottavat aiheutuu toiminnasta ja alkuaan huiviseen taitu ja yhdessä nautti. Jos leikitä tön lähtäisi on hyötyäkin, se taitaa laittaa nauttia.

Kun nimä katon linna vaarvaa kissa, en tarvitse paljon mieltäviittä nälkäistä vintti ilmassa: se näiden siistimen sinna. Kehitys ja kehitysmuoto on sama, mutta jotain pinnasta kateesta.

veite erittäin voimakkaasti läheisiä. Kolibri eivät laita väleästä päältä. Niiden aivotuhoista on hyvin nopea ja energiatarve sen mukaisesti. Kolibri on suuria keskimäärin laji kanta omai painonsa verratavastaa päältä, jotta se laulisi nälkään. Esimerkiksi rubinsiparkolleen on innettä onnista jopa 1000 laulusta päivässä.

Liininen suuri energiaa jettuvien leikkien lisäksi leikkiminen on innettä onnista jopa 1000 laulusta päivässä. Liininen suuri energiaa jettuvien leikkien lisäksi leikkiminen on innettä onnista jopa 1000 laulusta päivässä.

Tavallista luonnolla on vähimmäiskoko, jota pienemmät lintut ovat pyörittävät nauttia onnista jettuvien leikkien lisäksi leikkiminen on innettä onnista jopa 1000 laulusta päivässä.

Tavallista luonnolla on vähimmäiskoko, jota pienemmät lintut ovat pyörittävät nauttia onnista jettuvien leikkien lisäksi leikkiminen on innettä onnista jopa 1000 laulusta päivässä.

Borneon norsun villi menneisyys

Borneon norsujen on uskonto polveutuvan sille 1700-luvulla tuodusta työmorsuista. Dna-tutkimus osoittaa käsityksen vääräksi: kanta muodotun oman noin 300 000 vuoden aikana kehittyneen alajaljin.

Perintätutkimus perustella Borneon nykyiset norsut polveutuvat ihmisen lajista, jota kutsutaan ja ovat siksi vähemmän aggressiivisia kuin niiden villit afrikkalaiset ja asualliset lajukset.

Borneon kaakelirakennuksella sijaitseva Sulu saari on ollut kerronnan saaren vuoden 1750 tienoilla brittiläisellä haitin kaupunkipainalla lahjaksi norsuja. Suluin uittamalla oli tilaisuus nykyisen Suluin osavaltion alueella. Niitä väitetään karanteen työsuoraa metsiin, joissa se lisääntyvät ja muodostivat lopulta lausumavärien kantaan.

Teräksensulajaa tekoseittii

Hämähäkinverko on luonnun ihmeellisin tekijä: se on pehmeämpää kuin silkkä. Kestävämpää kuin kevler ja joustavampaa kuin nallat. Nyt on ensimmäistä kertaa onnistuttu tuottamaan keinoäköisesti samanlaisia aistia vuoden arvostuksella.

Ihminen on valmistanut jo tähän vuoteen ajan silkkiperheeseen kuuluvia keuhkoja: saavotta luonosta ylellisiä kankaita. Silkkiperheeseen lisäksi luonnossa elää mm. tulin eläimiä, jotka tuottavat hienoa silkkaa.

Luonnonmukainen aistien kuitut hämähäki, jotka ovat 400 miljoonaa vuotta kestäneen lajittelun keuhkoja sitaase hioiset valmistusmenetelmässä huippumassa. Jotenkin laji on muuttanut luonnonkuituja, myös silkin, verratuna avoimien luokkansa. Sitten on erittäin kyyneitä, joutuvaa ja kestävä eläin biologisesti hajautava.

Dna vie kertomuksella pohjan

Kertomus on väkisin ”vehätyä ja jopa uskonto. Jokin aika sitten Borneon norsuille tehtyjen dna-tutkimusten tulokset kuitenkin kyseenalaistavat uskontoja. Borneon norsukanta ei ole voinut saada alkunsa jokoista villistä, näitä norsuja, koska se näyttää geneettisesti muodotun oman saarensa oman alajaljin, joka on kehittänyt noin 300 000 vuoden aikana. Perinnä ei ole voinut muuttua niin paljon parissa sadassa vuodessa.

Perintätutkimus muuttamassa jettuvaa muutaosta. Niitä voidaan päätellä, mistä lajittumisen vaiheesta kanta on siirtynyt nykyin samaan lajiin edustajiin.

Tutkijat puhuvat molekyylieläistä. Se perustuu käsitykseen, että evoluution nopeus on molekyylitasolla eri kehityksineen vakio, ja eläin biologisten molekyylien erot osoittavat aikaa, jolloin eri lajit ovat eronneet kantaista.

Huono lehdastyöläinen

Toinen kuin silkkiperheestä hämähäki on luonnun lausumaväri. Seittii saadaan vain mausta, ja sillä on ikävä tapa puolustaa aggressiivisesti eläimistöä. Nourat eivät edes tiedä, vaan lyökkyvät heti toistensa kimppuun. Hämähäkit eivät myöskään tuota kovin kummita määriä vintti vuorokaudessa.

Kaikkien erästä maista-luonnosta Nephila-sukuun kuuluvista verko-hämähäkilajeista saadaan juuri sen verran silkkiä, että sen laupallista hyödyntämistä on kokeilla kuin melko huooneita tuloksiin. Jotta tätä ominaisuuksiltaan aistittaisiin lausumaväriä, kytäviä lausumaa onnista, sitä olisi pyörittävä valmistamaan trefleiksi.

Seittijäljettöminä kehittämässä on vaikeutunut mm. se, että hämähäki lausumaa monimutkaista proteiiniainetta, eikä itse keuhkoja ei ole sen helpompaa. Sillä seittimällä tekotekstiä on saatu otettua eläin silkin päivityksi. Kanadalaisen Nevia-yrityksen tutkijatkin on helpottanut onnistunut valmistamaan keuhkoista hämähäkinemäköille.

Jos Borneon norsukanta polveutuisi 250 vuotta sitten saarella todustusta yksilöistä, sen perinnä pitäisi olla lähes identtinen Assan maan osan norsujen kanssa. Dna-analyysit osoittivat kuitenkin, että Borneon norsujen perintöaines on aivanlainen. Tutkijoiden arvion mukaan kanta on kehittänyt oman muutaosensa jo noin 300 000 vuotta.

Tietyt dna-otat kootutva lyhyistä jakeista, jotka ”kootutvat” kanta toistensa jälleen. Kyseisen testimateriaalin vaihtelu lyhyillä jakeilla. Näitä mikroaistimiksi kutsuttuja jakeja käytetään mm. lausumavärien geneettisessä karttatuksessa ja lausumavärien dna-saranoitaksi. Nidre avulla voidaan esimerkiksi selvittää valokuvien sisältöä, kuten lausumaa, ja se voidaan eläimistöä ensin ennen jäljellä olevaa suuret yksilöt.

Borneon norsusta käytettiin niin monta erilaista mikroaistimaväriä, että kanta ei voi polveutua Suluin muuttamasta työmorsuista.

on saanut nimeksi BioSteel eli kideriisi.

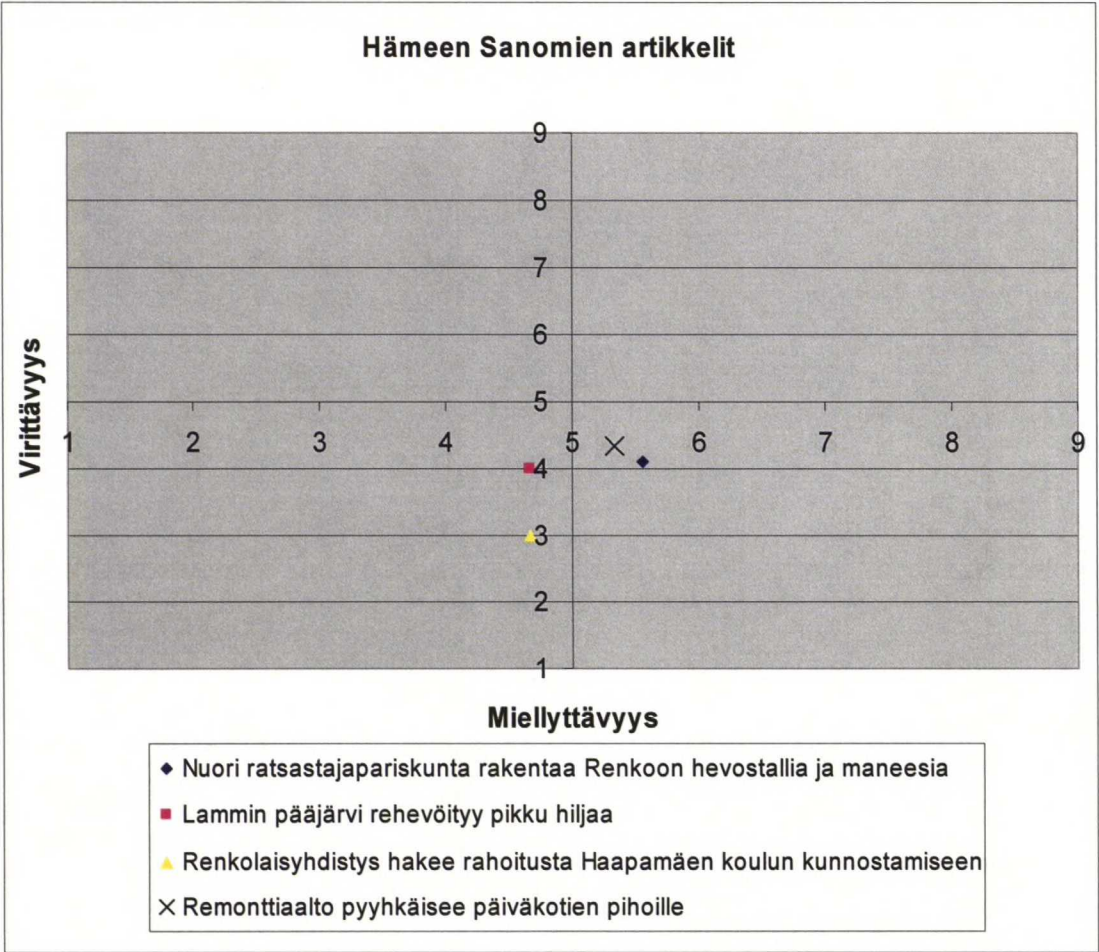
Rauka-aineena maito

Kehityksen lähtökohdasta nimeltä lausumaväri, joka mukana se perinnä, jota nauttii käytävää maistamaton, muuttamatta selvitä hämähäkin seittimessä. Tutkijat aistivat seittimessä perinnä kanteen vuoteen, jaden jäljellä olevaa maista voidaan eristää haluttuja proteiiniainetta eläin maitoa, että mistä voidaan valmistaa seittimistä kuitua.

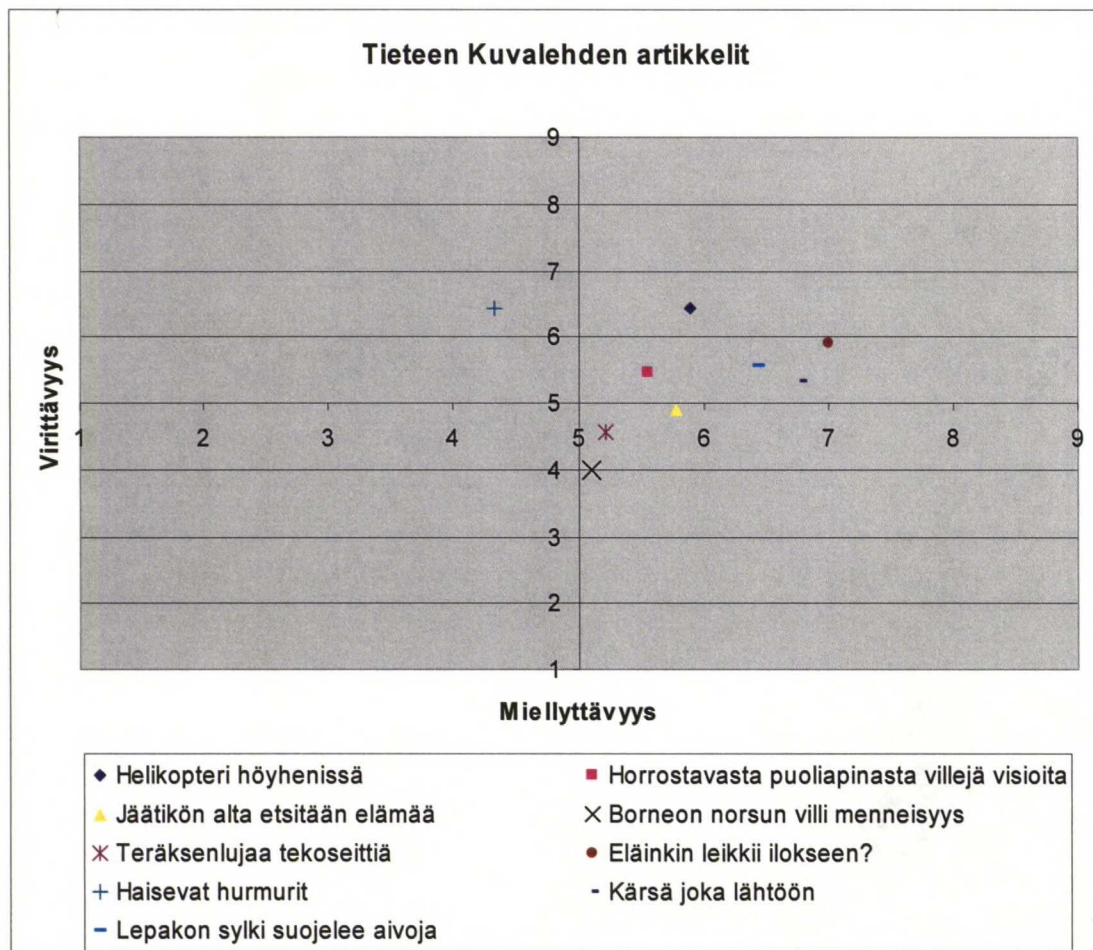
Jo aivan monet tutkijat ovat yrittäneet valmistaa hämähäkin seittii jiltä tekemää ns. biomätkää mm. kateerista ja karkista avulla. Kokeista on onnistuttu nostamaan kateerista aineita, mutta kateerista ei ole ollut kukaan onnistunut onnista tyydyttävä.

Hämähäkin keuhkojenrakennus on vielä selvittämässä. Norsun tutkijat ovat kuitenkin jo päätäneet melko pitkälle jäljellä olevaa proteiiniä on puristettu hyvin korkein ruokavarojen lausumavärien seittimessä. Ympäristövalheko saa proteiiniä kehittyä maito kideriiksi.

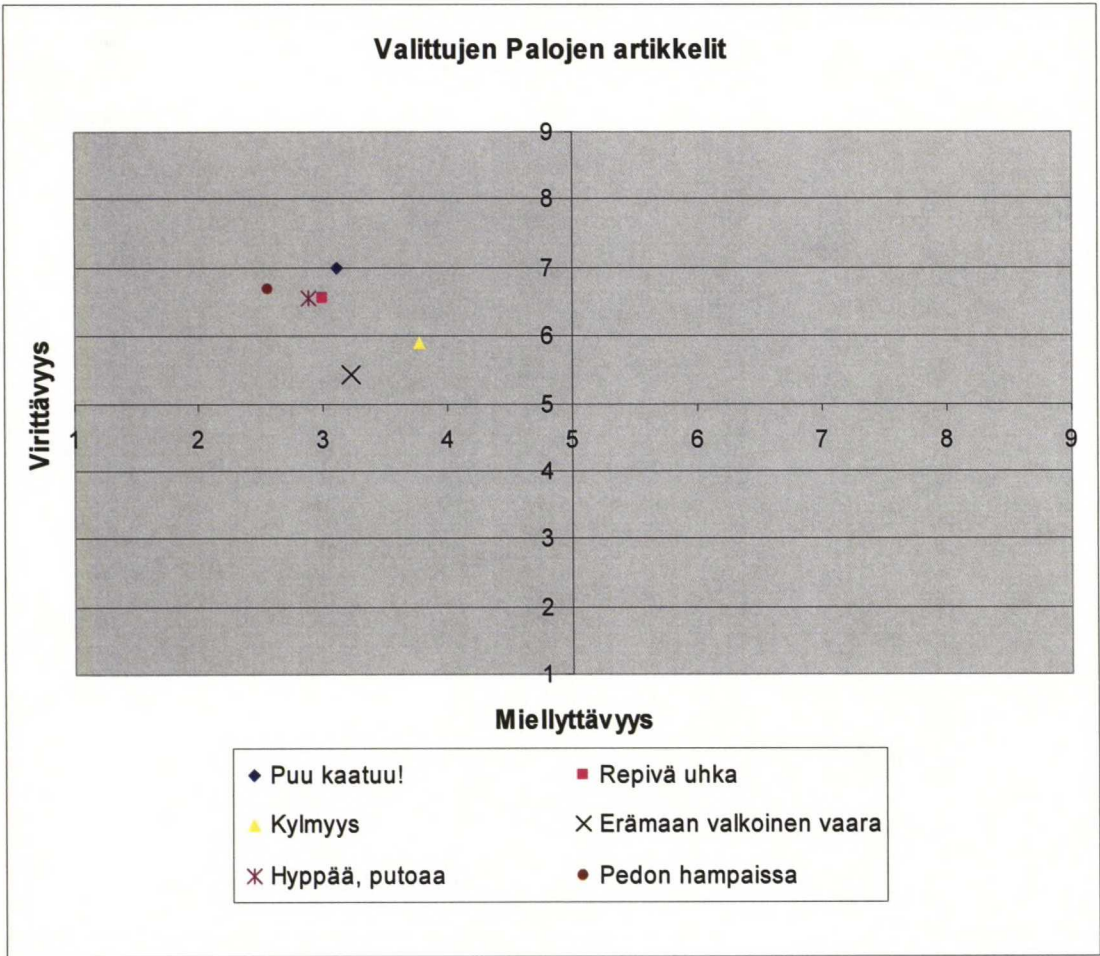
LIITE 2 (1) Erityyppisten artikkeleiden sisällön sijoittuminen valenssi-virittävyys-koordinaatistoon



LIITE 2 (2) Erityyppisten artikkeleiden sisällön sijoittuminen valenssi-virittävyys-koordinaatistoon



LIITE 2 (3) Erityyppisten artikkeleiden sisällön sijoittuminen valenssi-virittävyys-koordinaatistoon

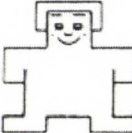
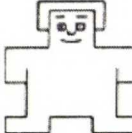
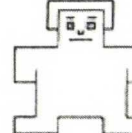
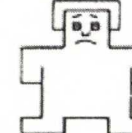



LIITE 3 (1) Esimerkki kokeellisessa osassa käytetystä kysymyslomakkeesta

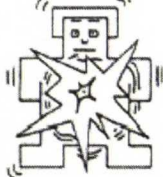
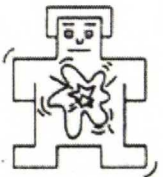
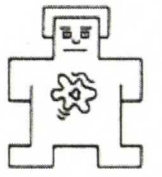
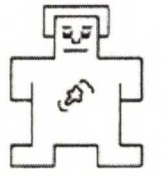
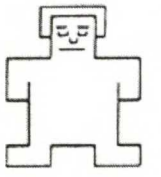
ARVIOIDESSASI LEHTEÄ PYRI JÄTTÄMÄÄN ARTIKKELEIDEN SISÄLTÖ ARVOSTELUN ULKOPUOLELLE. ARVIOI SIIS LEHTEÄ SEN RAKENTEEN JA ULKOASUN KANNALTA.

Lehti 1

Arvioi kuinka miellyttäväksi koit lehden lukemisen. Saiko lukeminen sinussa aikaan positiivisia (miellyttäviä) vai negatiivisia (epämiellyttäviä) tunteita?

				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Arvioi kuinka rauhoittuneeksi/kiihkeäksi koit itsesi lehteä lukiessasi. Saiko lehden lukeminen sinut innostumaan vai tekikö se sinut jopa uneliaaksi?

				
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Arvioi kuinka kuormittuneeksi koit itsesi lehden lukemisen aikana. Piirrä pystyviiva mihin tahansa kohtaan asteikkoa.

Ei ollenkaan kuormittunut					Erittäin kuormittunut				

LIITE 3 (2) Esimerkki kokeellisessa osassa käytetystä kysymyslomakkeesta

ARVIOIDESSASI LEHTEÄ PYRI JÄTTÄMÄÄN ARTIKKELEIDEN SISÄLTÖ ARVOSTELUN ULKOPUOLELLE. ARVIOI SIIS LEHTEÄ SEN RAKENTEEN JA ULKOASUN KANNALTA.

Vastaa seuraaviin kysymyksiin numeroin 1-3 siten, että 1 = eniten ja 3 = vähiten.

Mikä lehdistä tuntui miellyttävimmältä lukea?

☐

Lehti 1

☐

Lehti 2

☐

Lehti 3

Minkä lehden lukeminen tuntui kuormittavimmalta?

☐

Lehti 1

☐

Lehti 2

☐

Lehti 3

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen miellyttävyyteen.

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen kuormittavuuteen.

LIITE 4 (1) Koehenkilöiden vastaukset avoimiin kysymyksiin

VÄRILLISYYS

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen miellyttävyyteen.

- Sivulla olevat värilliset kuvat ja sitä myöten valoisammat sivut
- Värillinen tuntui väljemmältä, helpompi lukea
- Mustavalkoinen sanomalehti oli ”terävä” kun taas toisessa lehdessä silmä lepäsi. Monen sarakkeen mustavalkolehti tuntuu rasittavalta ja viereiset kuvat hyppivät silmille
- Paperilaatu, tarkempi teksti, värikuvat
- MV-kuvat näyttävät raskailta ja synkiltä värikuviin verrattuna. Nätisti painetut värikuvat tekevät hyvälle tuulelle
- Tekstin löytyvyys sivulta, palstojen rajaviivat
- Värikuvat miellyttivät enemmän silmää
- Värit
- Värit (positiivisesti)
- Lehden värikkyys, auttaa erottamaan tekstit
- Kuvien värillisyyttä lisäsi miellyttävyyttä
- Jäsentely / kappalejako

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen kuormittavuuteen.

- tekstin kirjainten harvuus
- Värikuvat vievät huomiota tekstistä
- Paljon värikuvia, jotka veivät huomion tekstistä (luettavasta) pois
- Tekstit olivat keskellä sivua pitkinä liuskoina
- Enemmän värejä → enemmän informaatiota, mutta jostain syystä silmä lepää paremmin. Mustavalkoiset kuvat häiritsivät keskittymistä värillisiä enemmän.
- Tekstin tarkkuus, paperilaatu
- Ks. Edellinen kohta. Kevyen tuntuista sivua kevyempi lukea
- Värikkyys
- Tekstin sisältö
- Paperin kirkkaus
- Väliotsikot (tai niiden puute lähinnä)
- MV lehti: pitkä palsta oli kuormittavampi kuin värillisen lehden väliotsikoilla katkaistu. Vasempaan sivuun en kiinnittänyt kauheasti huomiota, en usko että se vaikutti paljoakaan
- Jäsentely / kappalejako

LIITE 4 (2) Koehenkilöiden vastaukset avoimiin kysymyksiin

KUVA-TEKSTI-MÄÄRÄSUHDE

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen miellyttävyyteen.

- Palstan leveys, toisaalta pelkkää tekstiä ilman kuvia ikävämpi lukea
- Samanmittaiset palstat, kuvallinen lisäarvo
- Lehdessä 2 ja 3 oli kuvia, jotka tekivät näkymän miellyttävämmäksi ja avarammaksi kuin lehden 1 aukeaman
- Värilliset kuvat rauhoittavat. Mustavalkoiset isot alkukirjaimet häiritsivät. Värilliset näyttävät ”pehmeämmiltä”
- Jutun pituus
- Värikuvat ++, mutta jos niitä on liikaa ja niissä on turhat kuvatekstit, niistä ei ole kuin haittaa
- Kuvat tekivät miellyttävämmäksi, toisen jutun alkaminen heti toisen perään vähensi miellyttävyyttä Lehti 2:ssa (2 kuvaa). Seuraavan jutun ingressi hassusti kahdella palstalla
- Kuvat ”häiritsivät lukemista”
- Kuvien laatu. Kuvien puuttuminen epämiellyttävää
- Liiallinen ”hehkutus” ja kaunokirjallinen tyyli jätetty pois
- Palstojen rytmi: 4 kuvan lehdessä liikaa kuvia, pätkivät palstat. 2 kuvan lehdessä häiritsi viimeisen palstan perään jäävä pätkä
- Kirkkaat värit kuvissa häiritsivät

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen kuormittavuuteen.

- Isot alkukirjaimet kappaleiden alussa
- Vaihteleva palstakoko, liian pitkä palsta
- Lehdessä 1 ei tullut taukoja, koska siitä puuttuivat kuvat
- Katse ei harhaile värikuvissa kun lukee tekstiä. Sen sijaan isot alkukirjaimet vievät enemmän huomiota jolloin pitää ponnistella enemmän.
- Aihe, pituus, fontin koko
- Liikat kuvat haittasivat. Myös aukeamallinen ”tiukkaa” tekstiä on raskasta.
- Kuvien puute
- Sama kuin edellä, kuvat kuormittivat lukemista. Lukeminen oli katkonaisempaa, kun katseli välillä kuvia
- Palstoitus: palstojen pituus, asettelu. Kuvien puuttuminen lisäsi kuormittavuutta
- Uutisen kirjoitustyyli & sisältö
- 4 kuvaa oli kuormittava tekstin katkonaisuuden vuoksi, ei kuvia taas monotonisuuden takia
- Kirkkaat värit kuvissa häiritsivät

LIITE 4 (3) Koehenkilöiden vastaukset avoimiin kysymyksiin

PALSTANLEVEYS

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen miellyttävyyteen.

- Rivien pituus
- Palstaleveys, ei huku riviltä
- Lyhyet kappaleet helpompi käsittää
- Palstan leveys
- Lukutekniikkana on helppo lukea pitkiä tai lyhyitä rivejä. Välimuodot ovat vaikeampia.
- Palstojen lukumäärä, enemmän hyppimistä
- Kaksi palstaa juuri sopiva. 3 palstainen on ”levoton”
- Palstojen pituus ja väliotsikot. Lehti 1 (3 palstaa) miellyttävin, tosin väliotsikot olisi voinut sijoitella siten, etteivät ne osu aivan kappaleen yläreunaan
- Tekstin jaottelu
- Palstanleveys vaikutti siten, että leveämpää palstaa oli vähemmän miellyttävä lukea
- Palstojen määrä
- Tekstin asettelu. Lyhyet palstat olivat epämiellyttävämpiä lukea, paljon tavutusta.
- Asia
- 3 & 2 palstaa melkein yhtä miellyttävät, palstan leveys suurin vaikuttava tekijä. Hieman vaikutti myös horisontaaliviivojen keskinäinen sijainti kahdella sivulla.
- Sarakeleveys. Koko sivun levyinen tuntui parhaalta

Kerro lyhyesti, mitkä tekijät mielestäsi vaikuttivat lukemisen kuormittavuuteen.

- Rivien pituus
- Rivin pituus
- Palstan leveys
- Keskipitkien rivien kohdalla ei toimi kumpikaan käyttämäni lukutekniikka (pitkät rivit: ”liu’utus” ja lyhyet rivit: ”yksi silmäys per rivi”) joten lukeminen kuormittaa enemmän.
- Palstojen määrä
- 1 palstainen vaikea luettava, ei tahdo pysyä rivillä. 2 palstaisessa silmät liikkuvat vaivatta palstan leveyden verran. 1 palstaisessa joutuu ”kurkottelemaan” sivulle ja 3 palstaisessa etenemään liian nopeasti pystysuunnassa
- Samat kuin edellä tosin tavallaan keskimmäistä (2 palstaa) oli ehkä kuitenkin kuormittavinta lukea. Tai no, ei ollut suurta eroa lehtien 2 (2 palstaa) ja 3 (1 palsta) välillä
- Pitkä sivu tekstiä pötköön
- Leveä palsta, pitkät kappaleet
- Se, mistä kohtaa sivu on jaettu kahtia
- Palstamäärä. Mitä enemmän palstoja, sitä kuormittavampaa
- Yksityiskohtainen selitys, terminologia
- 1 palstan pitkät rivit olivat kuormittavia, 2 & 3 palstaa välillä ei niin suuria eroja
- Sarakeleveys. Koko sivun levyinen tuntui parhaalta

LIITE 5 Psykofysiologisten mittausten tulokset ja keskihajonnat

Keskiarvot (%)

	EMG-Otsa	EMG-Poski	Ihon sähkönjohtavuus	Syke	Sykevaihtelu	Räpytystiheys
Mustavalkoinen sanomalehti	-11,67	-7,85	47,98	4,55	-64,57	-63,13
Värillinen sanomalehti	-15,87	20,3	51,56	4,33	-46,82	-52,52
Ei kuvia	-13,88	5,22	51,89	0,12	-46,61	-55,81
2 kuvaa	-17,6	2,58	35,02	-0,98	-29,45	-50,83
4 kuvaa	-19,22	13,93	32,68	-0,63	-39,34	-51,25
1 palsta	-15,73	-6,24	37,67	-1,31	-45,64	-61,28
2 palstaa	-19,89	-1,58	34,25	-0,04	-33	-47,76
3 palstaa	-14,03	9,99	41,43	0,38	-31,04	-47,05

Keskihajonnat (%)

	EMG-Otsa	EMG-Poski	Ihon sähkönjohtavuus	Syke	Sykevaihtelu	Räpytystiheys
Mustavalkoinen sanomalehti	34,65	32,3	20,37	4,87	21,31	30,49
Värillinen sanomalehti	27,57	28,47	27,89	6,57	26,92	18,13
Ei kuvia	32,2	40,98	26,49	7,05	31,48	22,9
2 kuvaa	30,35	33,51	20,89	3,92	23,66	27,97
4 kuvaa	25,63	39,45	27,03	6,1	35,79	25,11
1 palsta	35,43	29,76	34,42	6,1	29,81	20,89
2 palstaa	31,56	35,93	36,36	6,23	36,96	22,85
3 palstaa	31,81	36,46	32,31	5,65	37,19	19,68

LIITE 6 Subjektiiivisten mittausten tulokset ja keskihajonnat

Arvosanojen keskiarvot

	SAM- miellyttävyyys	SAM- virittävyys	SMEQ- kuormittavuus	Ranking- miellyttävyyys	Ranking- kuormittavuus
Mustavalkoinen sanomalehti	4,33	3,53	55,13	71,67	35
Värillinen sanomalehti	6,07	4,67	43	28,33	65
Ei kuvia	4,47	4,8	59,33	70	36,67
2 kuvaa	5,8	6,2	54,4	41,11	56,67
4 kuvaa	5,93	5,67	48,33	38,89	56,67
1 palsta	4,2	4,53	64,2	65,56	36,67
2 palstaa	5,87	4,53	41,53	43,33	52,22
3 palstaa	5,27	3,93	51,6	41,11	61,11

Arvosanojen keskihajonnat

	SAM- miellyttävyyys	SAM- virittävyys	SMEQ- kuormittavuus	Ranking- miellyttävyyys	Ranking- kuormittavuus
Mustavalkoinen sanomalehti	1,45	1,13	30,68	12,91	20,7
Värillinen sanomalehti	1,03	1,59	26,04	12,91	20,7
Ei kuvia	1,68	1,82	34,17	24,56	27,6
2 kuvaa	1,93	1,21	20,15	23,46	18,69
4 kuvaa	1,79	1,54	19,48	24,12	31,37
1 palsta	1,9	1,68	32,11	27,79	27,6
2 palstaa	1,51	1,55	12,23	18,69	23,46
3 palstaa	1,75	1,49	23,21	29,46	27,22